

**ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS QUE CONTROLAN LA MINERALIZACIÓN
DEL YACIMIENTO CUPRÍFERO MIRADOR NORTE**

GRACE FERNANDA MEDINA MENDEZ

TESIS

PRESENTACIÓN COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE

INGENIERA EN GEOLOGÍA Y MINAS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Extensión- Morona Santiago.

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE GEOLOGÍA Y MINAS

MACAS – ECUADOR

2013

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: El trabajo de investigación titulado: “ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS QUE CONTROLAN LA MINERALIZACIÓN EN EL YACIMIENTO CUPRÍFERO MIRADOR NORTE”, de responsabilidad de la señorita egresada Grace Fernanda Medina Méndez, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS:

Ing. Fernando Fierro Sevilla.
DIRECTOR

.....

Ing. Henry Minchala Samaniego.
ASESOR

.....

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
Ext. – Morona Santiago

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE GEOLOGÍA Y MINAS

Macas, Mayo del 2013

DEDICATORIA

A mi familia, sin el apoyo de ellos nada hubiese sido posible.

AGRADECIMIENTO

Al ver muy cerca el fin del camino emprendido queda solamente agradecer a todas quienes nos empujaron y compartieron las jornadas de alegría y trabajo.

A Dios por regalarme la oportunidad de vida, a mis padres y hermanas por haberme enseñado día a día que el sacrificio, la perseverancia y la honradez son el camino seguro a la realización personal.

Al cuerpo docente de la Escuela de Ingeniería en Geología Y Minas y en especial a los docentes; Ing. Fernando Fierro, Ing. Henry Minchala e Ing. Jorge Barragán por su paciencia y dedicación a enseñar.

Finalmente gracias a la Empresa Ecuacorriente S.A. en especial al departamento de Geología por su valiosa colaboración y de manera muy particular el agradecimiento sincero al Ing. Juan León geólogo sénior del proyecto Mirador Norte por haber impartido su tiempo, así como también las bases técnicas que han sido de mucha utilidad para la ejecución de este estudio.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO	DESCRIPCIÓN	PÁGINAS
II.	INTRODUCCIÓN	14
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	17
IV.	MATERIALES Y METODOS	38
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
VI.	CONCLUSIONES	76
VII.	RECOMENDACIONE	78
VIII.	RESUMEN	79
IX.	SUMMARY	80
X.	BIBLIOGRAFÍA	81
IX.	ANEXOS	82

LISTA DE FIGUAS

Nº	Descripción	Páginas
1.	Esquema de subducción en el periodo Jurásico.	18
2.	Principales fallas y zonas falladas del Ecuador.	18
3.	Mapa geológico del depósito Mirador Norte.	29
4.	Zonas de mineralización típicas en los pórfidos cupríferos.	34
5.	Zonas de mineralización del pozo MN116, en Mirador Norte.	35
6.	Mapa de ubicación.	39
7.	Ubicación dentro de la geología de los proyectos Mirador y Mirador Norte.	40

LISTA DE CUADROS

N°	Descripción	Páginas
1.	Estratigrafía regional en el proyecto Mirador Norte.	21
2.	Simbología para representar la relación diseminado/vetillas en los perfiles.	45
3.	Tipos de alteración del depósito Mirador Norte.	50
4.	Colores que representan los diferentes tipos de alteración del depósito.	51
5.	Colores utilizados para representar el % de Cu en el depósito Mirador Norte.	57
6.	Abreviaciones usadas en las microfotografías.	63
7.	Minerales presentes en la muestra MN - 125	64
8.	Minerales presentes en la muestra MN - 84	66
9.	Minerales presentes en la muestra MN - 66	68
10.	Minerales presentes en la muestra MN - 18	70

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Nº	Descripción	Páginas
1.	Batolito de Zamora.	26
2.	Pórfido temprano y su variación.	27
3.	Brecha pseudotaquilita.	28
4.	Brecha tectónica, MN142 prof. 128,5 m.	28
5.	Alteración propilítica (Clorita).	31
6.	Alteración Sílice - Magnetita.	32
7.	Alteración Cuarzo - Sericita.	33
8.	Alteración Argílica supérgena, MN130, prof. 45m.	33
9.	Sección delgada MN - 125 prof. 217m, en Microscopio OLYMPUSBX51 - sin nícoles y con nícoles (Ocular 10x, Objetivo 2,5x/0.08). Vista general.	65
10.	Sección delgada MN - 84 prof. 197m, en Microscopio OLYMPUSBX51 - sin nícoles y con nícoles (Ocular 10x, Objetivo 2,5x /0.08). Vista general.	67
11.	Sección delgada MN - 66 prof. 42m, en Microscopio OLYMPUSBX51 - sin nícoles y con nícoles (Ocular 10x, Objetivo 2,5X/0.08). Vista general.	69
12.	Sección delgada MN - 18 prof. 102.7 m, en Microscopio OLYMPUSBX51 - sin nícoles, y con nícoles (Ocular 10x, Objetivo 2,5x/0.08). Vista general.	71

LISTA DE ANEXOS

Nº	Descripción	Páginas
1.	Sección SWNE - 10, evento y estilo de mineralización.	83
2.	Sección SWNE 15, evento y estilo de mineralización.	84
3.	Sección SWNE - 20, evento y estilo de mineralización.	85
4.	Sección SWNE - 25, evento y estilo de mineralización.	86
5.	Sección SWNE - 30, evento y estilo de mineralización.	87
6.	Sección SWNE - 35, evento y estilo de mineralización.	88
7.	Sección SWNE - 40, evento y estilo de mineralización.	89
8.	Sección SWNE - 45, evento y estilo de mineralización.	90
9.	Sección SWNE - 50, evento y estilo de mineralización.	91
10.	Sección SWNE - 55, evento y estilo de mineralización.	92
11.	Sección SWNE - 65, evento y estilo de mineralización.	93
12.	Sección SWNE - 75, evento y estilo de mineralización.	94
13.	Sección SWNE - 80, evento y estilo de mineralización.	95
14.	Sección SWNE - 85, evento y estilo de mineralización.	96

15.	Sección SWNE - 90, evento y estilo de mineralización.	97
16.	Sección SWNE - 100, evento y estilo de mineralización.	98
17.	Sección SWNE - 110, evento y estilo de mineralización.	99
18.	Sección SWNE - 120, evento y estilo de mineralización.	100
19.	Sección SWNE - 130, evento y estilo de mineralización.	101
20.	Sección SWNE - 140, evento y estilo de mineralización.	102
21.	Mapa de evento y estilo de Mineralización a 750 m.s.n.m.	103
22.	Mapa de evento y estilo de mineralización a 850 m.s.n.m.	104
23.	Sección SWNE - 10, alteración.	105
24.	Sección SWNE - 15, alteración.	106
25.	Sección SWNE - 20, alteración.	107
26.	Sección SWNE - 30, alteración.	108
27.	Sección SWNE - 35, alteración.	109
28.	Sección SWNE - 40, alteración.	110
29.	Sección SWNE - 45, alteración.	111
30.	Sección SWNE - 55, alteración.	112

31.	Sección SWNE - 65, alteración.	113
32.	Sección SWNE - 75, alteración.	114
33.	Sección SWNE - 85, alteración.	115
34.	Sección SWNE - 90, alteración.	116
35.	Sección SWNE - 100, alteración.	117
36.	Sección SWNE - 110, alteración.	118
37.	Sección SWNE - 120, alteración.	119
38.	Sección SWNE - 130, alteración.	120
39.	Sección SWNE - 140, alteración.	121
40.	Mapa de alteración a 750 m.s.n.m, del yacimiento Mirador Norte.	122
41.	Mapa de alteración a 850 m.s.n.m, del yacimiento Mirador Norte.	123
42.	Sección SWNE - 10, valor de la ley de Cu.	124
43.	Sección SWNE - 15, valor de la ley de Cu.	125
44.	Sección SWNE - 20, valor de la ley de Cu.	126
45.	Sección SWNE - 30, valor de la ley de Cu.	127
46.	Sección SWNE - 35, valor de la ley de Cu.	128

47.	Sección SWNE - 40, valor de la ley de Cu.	129
48.	Sección SWNE - 45, valor de la ley de Cu.	130
49.	Sección SWNE - 55, valor de la ley de Cu.	131
50.	Sección SWNE - 65, valor de la ley de Cu.	132
51.	Sección SWNE - 75, valor de la ley de Cu.	133
52.	Sección SWNE - 85, valor de la ley de Cu.	134
53.	Sección SWNE - 90, valor de la ley de Cu.	135
54.	Sección SWNE - 100, valor de la ley de Cu.	136
55.	Sección SWNE - 120, valor de la ley de Cu.	137
56.	Sección SWNE - 130, valor de la ley de Cu.	138
57.	Sección SWNE - 140, valor de la ley de Cu.	139
58.	Mapa de la ley de Cobre a 750 m.s.n.m, en Mirador Norte.	140
59.	Mapa de la ley de Cobree a 850 m.s.n.m, en Mirador Norte.	141
60.	Comparación del cuerpo de mineral con el modelo de evento y estilo de mineralización y mapa de estructuras a 750 m.s.n.m.	142
61.	Comparación del cuerpo de mineral con el modelo de alteración y mapa de estructuras a 750 m.s.n.m.	143

62.	Comparación del cuerpo de mineral con el mapa de porfidos y estructuras a 750 m.s.n.m.	144
-----	--	-----

I. ANALISIS DE LOS PARÁMETROS QUE CONTROLAN LA MINERALIZACIÓN DEL YACIMIENTO CUPRÍFERO “MIRADOR NORTE”

II. INTRODUCCIÓN

La empresa Minera Ecuacorriente S.A; es pionera en el estudio de pórfidos cupríferos en el sur - oriente del país, las investigaciones se iniciaron desde fines del 1994, con campañas de prospección geoquímica regional de sedimentos, apoyado por geoquímica de suelos, roca y mapeo geológico que determinaron zonas anómalicas para oro y metales bases principalmente, los trabajos de exploración han llegado en algunos proyectos hasta la fase de exploración avanzada en base a sondajes a diamantina que confirmaron la existencia de depósitos tipo pórfido de cobre, conocidos como los proyectos Mirador Central y Mirador Norte, ubicados en Provincia de Zamora Chinchipe.

A la actualidad el proyecto Mirador Central, considerado como un pórfido de Cu-Au, en base a un contrato minero con el estado Ecuatoriano está listo para la explotación.

Mientras que en Mirador Norte, los trabajos de exploración iniciados en el 2004, se reactivaron en el 2011 continuando con una campaña de perforación que permitió delimitar la roca mineralizada, una evaluación de recursos se realizará con una próxima campaña de perforación con mayor número de sondajes de relleno (infill).

En Mirador Norte se han ejecutado en tres campañas de perforación 140 pozos, con 42916,38 m de testigo que revelan las características geológicas del depósito en base a la interpretación de su litología, alteración, mineralización y estructuras.

Esta información será de mucha importancia para el conocimiento de los parámetros que controlan la ocurrencia de los minerales económicos.

A. JUSTIFICACIÓN

En base a estudios geológicos – mineros se ha demostrado el potencial existente en el sur – oriente del País. Los depósitos de cobre porfídico son de reciente investigación y su búsqueda, exploración y aprovechamiento demanda de la preparación y capacitación de cuadros técnicos que garanticen la aplicación de métodos y técnicas adecuadas para el mejor conocimiento e interpretación de los procesos geológicos que dieron lugar a la formación de estos depósitos y su posterior evaluación y explotación, los cuales se pueden extraer con los más altos estándares de calidad y de una manera amigable y responsable con el medio ambiente y el entorno social, de ésta manera demostrar que la minería puede contribuir al desarrollo y bienestar de los pueblos, creando fuentes de trabajo, ingresos para obras en salud, educación, vivienda e infraestructura, también mejorará la economía de la región generando el impulso a otras áreas productivas industriales y agropecuarias.

En la etapa de exploración avanzada la información proveniente de los núcleos o testigos de perforación proporcionan la información necesaria para elaborar los modelos geológicos que orientan el avance de la exploración y a futuro de la explotación del depósito. Por lo cual conocer los parámetros que controlan la mineralización (litología, alteración, estructura, estilo y eventos de mineralización) en el proyecto cuprífero de Mirador Norte, servirá de apoyo a la interpretación que están realizando los Geólogos del proyecto.

B. OBJETIVOS.

1. Objetivo general

Definir el parámetro que controla la mineralización en el yacimiento cuprífero Mirador Norte.

2. Objetivos específicos.

- a. Investigar los eventos y estilos de la mineralización que caracterizan al yacimiento, basados en la revisión de testigos y resultados de estudios anteriores.

- b. Proponer un modelo de alteración y asociarlo con la mineralización del depósito en base a los ensamblajes de minerales de alteración.
- c. Definir las tendencias estructurales que puedan controlar la ocurrencia de cobre en el depósito.
- d. Elaborar un modelo del cuerpo de mineral y correlacionarlo con los parámetros litológicos de alteración y mineralización que puedan influir en la distribución de la concentración de Cobre.
- e. Realizar un estudio microscópico para confirmar las características litológicas en el yacimiento.
- f. Caracterizar y establecer la relación magmato - hidrotermal de este depósito con el yacimiento de Mirador Central.

C. HIPÓTESIS

Los parámetros de evento y estilo de mineralización, alteración, litología y estructuras pueden controlar la distribución del mineral en el depósito cuprífero de Mirador Norte, donde el primer evento de mineralización está asociado a un estilo diseminado dominante y pórfidos tempranos que generan un modelo característico de alteración para depósitos de Cobre.

El yacimiento Mirador Norte está afectado por una tectónica activa durante los eventos de mineralización, además presenta estructuras posteriores a la misma.

Este depósito presenta parámetros geológicos que controlan la mineralización similar al yacimiento de Mirador Central, donde se relacionan a la alteración y litología

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. GEOLÓGIA GENERAL

1. Marco Geotectónico

Los depósitos de pórfido cuprífero encontrados en el sur oriente del Ecuador, mantienen una estrecha relación con zonas de magmas calco-alcalinos que se encuentran asociados a márgenes de subducción tipo Andina.

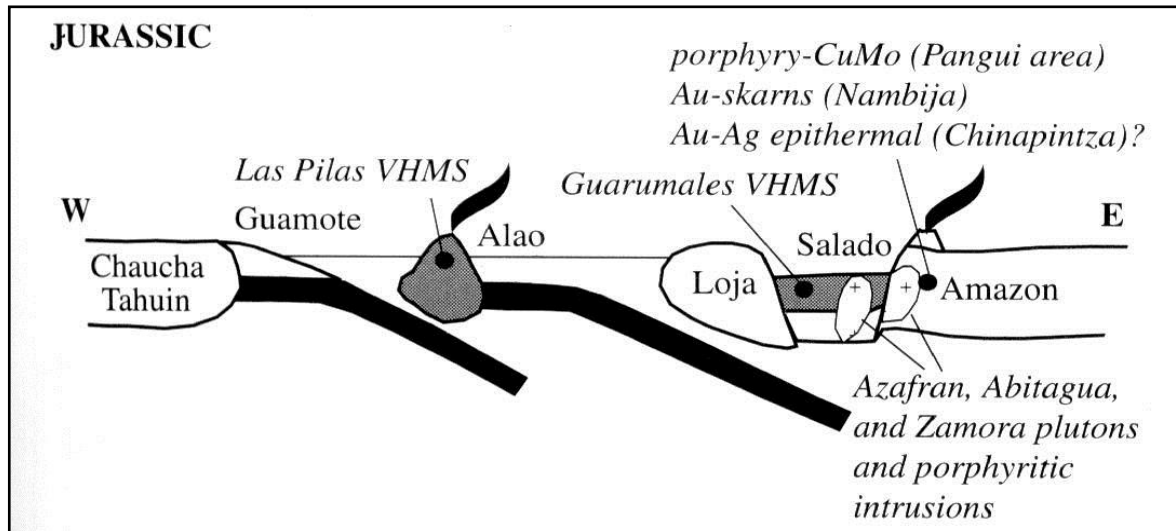
“En el borde occidental del cratón amazonas durante el Jurásico medio, se inicia el proceso de subducción de un arco de isla denominado Alao que básicamente está compuesto por magma basáltico de origen oceánico, rocas metavolcánicas y metasedimentarias, bajo la placa continental llamada terreno Loja, esta subducción fue convergente la misma que dio origen, en la amplia depresión oriental (cuenca pericratónica) que está limitada el oeste por la elevación de la Cordillera Real, a la acumulación la parte inferior de la Formación Chapiza de constitución molaso-evaporítico continental. Así mismo en forma simultánea durante este tiempo se inicia la extrusión de lavas calco-alcalinas y rocas piroclásticas de la Formación Misahuallí que constituyen parte del potente arco magmático continental.

Durante el Jurásico tardío en el borde occidental de la cuenca a lo largo de la falla Precordillera, continúa la intrusión de nuevas facies de los enormes batolitos graníticos, que intruyen incluso parte del flanco oriental de la Cordillera Real. Se trata del Batolito de Zamora, Abitagua y la Bonita. (Ver figura 01). El más grande de ellos (Batolito de Zamora) intruyó la región de intercepción de la Zona Subandina con la Zona Transversal Puna Méndez (ZTPM). (Ver figura 02). El conjunto de rocas volcánicas e intrusivas descritas constituyen el arco volcánico continental, de suma importancia pues en él se han descubierto los yacimientos del cinturón metálico de $\text{Cu}^1 - \text{Mo}^2$ ”. PALADINES Y SOTO (1). El depósito de pórfido cuprífero de Mirador Norte se ubica dentro de este marco geotectónico.

¹ Cobre

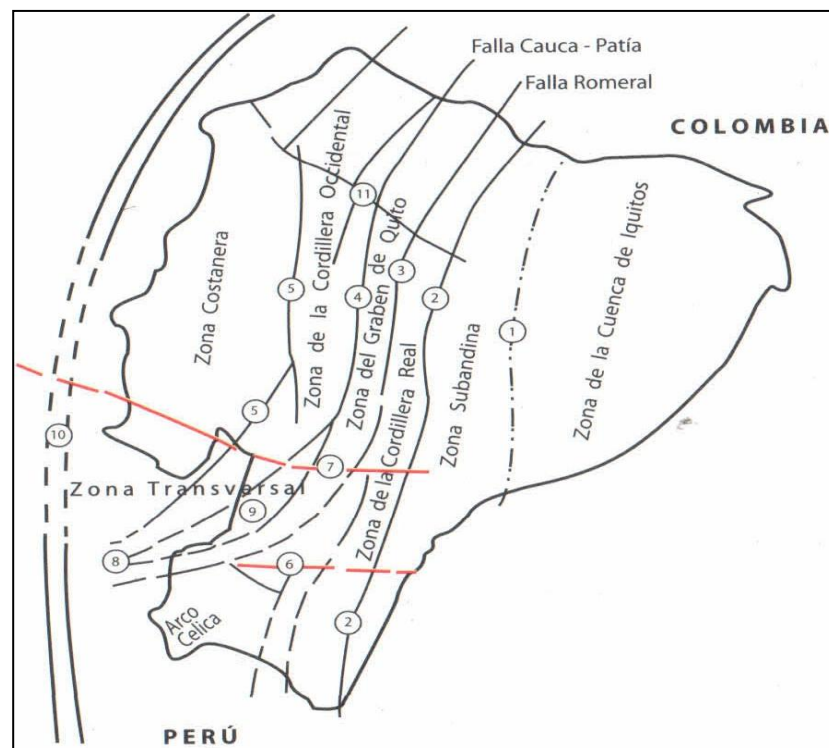
² Molibdeno

Figura 1. Esquema de subducción en el periodo Jurásico.



Fuente: PALADINES Y SOTO (2010)

Figura 2. Principales fallas y zonas falladas del Ecuador.



Fuente: PALADINES Y SOTO (2010)

1. Falla Oriental.
2. Falla Precordillera.
3. Falla Peltetec-frente Baños.
4. Falla Calacalí – Pallatanga – Palenque.
5. Falla de la Cordillera Occidental.
6. Falla las Palmas – Arenales – Portovelo.
7. Falla Cañar – Carnegie.
8. Fallas de la Zona Grijalva.
9. Zona Transversal Puna Méndez.
10. Fosa marginal.
11. Falla Esmeraldas – Quito.

2. Geología Regional.

“El área está ubicada cerca del borde de la cuenca amazónica en proximidad con la Cordillera Real de los Andes Ecuatorianos (zona Subandina) caracterizándose por la presencia de rocas antiguas de edad y litología diferentes, siendo éstas de edad Paleozoica, compuesta por rocas metamórficas del Grupo Zamora; secuencias sedimentarias y volcánicas Mesozoicas del Triásico Superior y Jurásico Medio, pertenecientes a la Formación Santiago y Chapiza, durante el Jurásico tardío se intruyeron rocas granodioríticas del Complejo Ígneo de Zamora” DUQUE (2), posteriormente se depositaron rocas sedimentarias Cretácicas, de las formaciones Hollín, Napo y depósitos Cuaternarios como terrazas aluviales y coluviales.

a. Jurásico Formación Santiago.

Durante el triásico superior y el jurásico inferior la cuenca sur – oriental alineada con la zona transversal Puna Méndez es rellenada por potentes paquetes de caliza organogénicas silíceas, también se presentan lutitas, areniscas y rocas volcánicas como andesitas basaltos y diques diabásicos (1).

b. Jurásico Formación Chapiza.

Comprende una sucesión de sedimentos continentales (molaso- evaporíticos), no metamorfizados. Contemporáneamente se intruyen las rocas volcánicas del Miembro Misahuallí, que está compuesta por basaltos y traquitas verdes a grises, tobas y brechas tobáceas violetas a rosadas, lutitas rojas, areniscas y conglomerados. (2)

c. Jurásico: Batolito Zamora.

Constituido principalmente por granodiorita con hornblenda y biotita, variando hasta Granito con feldespato potásico y tonalitas, también facies más diferenciadas de leucogranito y diques aplíticos. Cuerpos subvolcánicos porfiríticos de composición diorítica hasta dacítica también se incluyen. Esencialmente no deformados y no metamorfizados, que ocurre sobre el cratón Amazónico formando una cadena Subandina asociada con rocas volcánicas de la Unidad Misahuallí. (2)

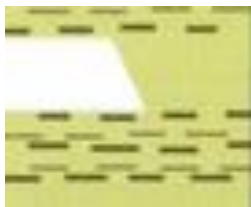
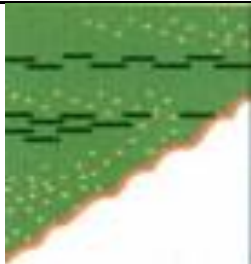


d. Cretácico Formación Hollín.

Es una arenisca de grano medio a grueso, masiva o con estratificación cruzada, con intercalaciones escasas de lutitas arenosas, localmente micáceas o carbonatadas (2). En la Cordillera del Cóndor se observan suprayaciendo el batolito de Zamora, aflorando a manera de grandes planchones de arenisca blanca con taludes verticales.

e. Cuaternario Terrazas Aluviales y depósitos Coluviales.

Están cubriendo las partes bajas y taludes de los valles, de litología variada dependiendo de los materiales que son erosionados. Las terrazas aluviales pueden presentar grandes bloques y rodados de granodiorita del Batolito Zamora y areniscas silíceas de la Formación Hollín, en una matriz lino arenosa, escasos rodados de litología del basamento. Los depósitos coluviales o de talud con frecuencia pueden interaccionar con agua y generar flujos de lodos o aluviones que mezclándose con los aluviales rellenan también las partes bajas del valle.

Cuadro 1. Estratigrafía regional en el proyecto Mirador Norte.

Ma	Cronoestratigrafía.	Litología	Formaciones Paleo-ambientales.	Intrusivo.	Evento Tectónico.
0		Depósitos recientes.	Terrazas Aluviales coluviales -		
1.2					
80	Cretácico Tardío Medio.		Formación Napo: Marino somero.		Inversión Transgresión Inicio de la cuenca de "Foreland"
100					
100	Cretácico Temprano		Formación Hollín: Marino somero continental.		Leve extensión Post Rif
110					
130	Jurásico Medio Superior -		Miembro Misahualí Formación Chapiza: Volcanoclástico continental marino - somero	Batolito de Zamora: Granodiorita que en el depósito Mirador Norte, es la roca de caja.	Extensión Retro - arco. Inicio de la subducción.
190					
200	Jurásico Inferior		Formación Santiago: Volcanoclástico planicie costera a marino somero		"RIF TING"
A					
250	Triásico Superior				

Fuente: PALADINES Y SOTO (2010).

3. Geomorfología.

“Las geoformas del área de estudio se ubican en el gran paisaje denominado Región Subandina, comprende geográficamente la mayor parte de la Cordillera del Cóndor (Levantamiento Cutucú), la que se presenta alargada en sentido norte – sur, paralela al levantamiento general de la Cordillera de los Andes.

Son relieves, denudacionales y estructurales; derivados de las unidades litológicas prevalecientes en el sector, en estructuras de horizontales a inclinados más o menos disectadas quebradas de poca a alta disección; domos, anticlinales y sinclinales pequeños. Fisiográficamente corresponden a un conjunto de mesas, cuestras, quebradas, montañas y colinas de pendientes moderadas a muy fuertes”. LINDSAY (3)

a. Terrazas Aluviales.

Son franjas de terreno horizontal limitadas en una orilla escarpada de pendiente descendiente y otra ascendente, como una serie de peldaños desde las bajas a las de altura media. Las terrazas fueron modeladas por los ríos al moverse de un lado para el otro del valle mientras excava su cauce. Las terrazas tienen una ventaja sobre los lechos de inundación; pues son terrenos que se mantienen como tierra firme en las grandes inundaciones. (3)

b. Colinas bajas.

Esta unidad incluye colinas denudacionales sobre rocas intrusivas, son disectadas y de cimas alargadas. Sus pendientes naturales van del 5% al 45%. Conservan un diseño de drenaje de subdendritico, de densidad media. (3)

c. Colinas medias y altas.

Son paisajes denudacionales, este relieve de colinas varía en su altura y pendiente en función de su naturaleza litológica del Batolito de Zamora, en el que se intercalan

diferentes fases magmáticas. El desarrollo de mayor relieve se debe a afloramientos de roca intrusiva poco alterada (como Pan de Azúcar en San Juan Bosco – Morona Santiago). Es un paisaje colinar muy disectado, con un avenamiento subdendrítico de densidad media a alta, cuyas cimas son alargadas generalmente. (3)

d. Superficies de Mesa.

Este paisaje ocupa áreas largas y entrecortadas, localizadas en el sector norte y sur este del sector estudiado, son relieves estructurales representados por mesas y cuestas, con cornisas abruptas desarrolladas sobre rocas sedimentarias estratificadas, son relieves ondulados y fuertemente ondulados con pendientes no mayores al 25 %, el diseño del drenaje es dendrítico de densidad media. La Formación Hollín que se encuentra alrededor del depósito. (3)

4. Hidrología.

“El área de investigación está ubicada, en la cuenca del río Zamora, en la Sub-Cuenca del Río Quimi, específicamente en las micro-cuencas de los ríos Túndayme y Wawayme que nacen en las estribaciones occidentales de la Cordillera del Cóndor. Los ríos Túndayme y Wawayme tienen un corto recorrido desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Quimi, los cuales son alimentados por varios cuerpos de agua menores.

La cuenca del río Quimi, que desemboca en el Zamora, pertenece al sistema hidrográfico de la cuenca del río Santiago. Este sistema ubicado al sureste del país lleva sus aguas hacia el noreste desembocando en la cuenca Amazónica. El área total de la cuenca dentro del área de influencia directa e indirecta del río Túndayme es de 63,13 km² mientras que la cuenca del río Wawayme es de 32,68 km². Las condiciones topográficas y geológicas facilitan la confluencia de los cuerpos de agua hacia los cauces principales. La topografía muestra que las pendientes longitudinales de las cuencas son pronunciadas (del orden de 15-25%) y aumentan el arrastre de material. VILLAVICENCIO (4)

1. Río Túndayme.

Este cuerpo de agua tiene una longitud aproximada de 12 Km, a lo largo de toda la cuenca desde su nacimiento hasta la desembocadura en el río Quimi.

En la parte baja, el río Túndayme tiene una sección aproximada de 13 m de ancho con una profundidad promedio de 0,65 m. (4)

2. Río Wawayme.

Este río tiene una aportación por parte de pequeños afluentes que contribuyen al área de inundación. (4)

3. Río Quimi.

La cuenca superior y la parte media del río Quimi, pertenecen a la provincia de Morona Santiago para ingresar posteriormente a la provincia de Zamora Chinchipe y desembocar en el río Zamora. El río Quimi se forma por el aporte de los sistemas de drenaje que descienden desde la cordillera del Cóndor por su vertiente occidental y escurren sus aguas en dirección suroeste. Por las características fisiográficas de los territorios que drenan, presentan un régimen torrencial sin posibilidades de navegación. Tiene una longitud aproximada de 56 Km. (4)

B. GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO

“El depósito de cobre de Mirador Norte se distingue cinco unidades geológicas principales. Estudios geocronológicos basados en dataciones radiométricas demuestran una edad para la granodiorita del Batolito de Zamora, de edad $162.9 \pm 2.9 \text{ Ma}^3$, que corresponde al Jurásico Medio-Tardío, Intrusiones sub-volcánicas porfídicas que son equivalentes a las existentes en el depósito de Mirador Norte presentan una edad $158,1 \pm 1.0 \text{ Ma}$, que

³ Millones de años.

corresponde al Jurásico Tardío y su mineralización de la misma edad, se ha datado en molibdenita en $155.8 \pm 0,5 \text{ Ma}$ ". DROBE (5).

Mirador Norte no presentan varios eventos intrusivos multifásicos como en Mirador por tal razón diques y brechas hidrotermales tardíos y postminerales no se han desarrollado en este sistema. La unidad de rocas brechadas existentes tanto en roca de caja como en los pórfidos es el resultado de eventos tectónicos profundos y regionales que dan lugar a grandes zonas de falla que incluyen brechas tectónicas y pseudotaquilita.

Por último la parte sureste de Mirador Norte está recubierto por una gran capa de depósitos superficiales, el mismo que relleno el valle del río Wawayme.

1. Unidades Litológicas.

a. Granodiorita Zamora (Jzgd).

En general su distribución abarca la mayor parte del depósito "Mirador Norte". Constituye el basamento o roca de caja que aloja las posteriores litologías diferenciadas, con sus características de alteración y mineralización asociadas.

Esta unidad comprenden las rocas que constituyen el complejo ígneo de Zamora (Jurásico Medio a Superior) cuya composición varía desde granodiorita, cuarzo monzodioritas hasta facies más diferenciadas de leucogranito y diques aplíticos. En la zona de estudio su litología es de naturaleza granodiorítica, con textura equigranular fanerítica de grano medio. Sus principales componentes son; cuarzo en menor proporción, feldespatos, plagioclasas, y anfíboles. (5)

Fotografía 1. Batolito de Zamora.



b. Pórfidos tempranos (Jefp).

Corresponden a cuerpos subvolcánicos porfídicos cuya composición varía desde Granodiorita (Dacita) hasta Granito, intruyen a la Unidad Zamora. Se los denomina tempranos porque están relacionados con el evento principal de mineralización, observado a la lupa se caracteriza por tener una típica textura porfídica donde resaltan hornblendas y feldespatos euhedrales no mayor a 6 mm, a veces con lineamiento de flujo de hornblendas que predominan sobre una matriz afanítica principalmente de feldespato y cuarzo. Raros y pequeños ojos de cuarzo no mayor a 2 mm también están presentes como fenocristales. Pueden variar la cantidad y tamaño de las hornblendas y ojos de cuarzo dentro del mismo cuerpo intrusivo por los sucesivos procesos de alteración. (5)

Por lo general los pórfidos tempranos, han servido para canalizar y alojar los fluidos mineralizantes hacia las rocas encajantes. En ocasiones los diques porfídicos presentan una textura de fenocristales de hornblenda (hasta 15mm) y cuarzo más desarrollados, muchas

veces con lineamiento de flujo y en abundante matriz afanítica de feldespato y cuarzo, pensándose en otra generación de pórfidos más tardíos. Estudios petrográficos recientes en 6 muestras de pórfidos de variable textura, alteración y mineralización, indican una composición similar de los mismos en cuanto a su contenido de cuarzo.

Por lo que la aparente diferencia entre ellos obedecería a variaciones texturales propias del enfriamiento del cuerpo, receptividad de la roca a los fluidos con mineralización y al tipo e intensidad de la alteración que les afecta.

Fotografía 2. Pórfido temprano y su variación.



c. Brecha Pseudotaquilita (brmn).

Mirador Norte es un depósito que presenta una gran actividad tectónica durante la evolución de todo el sistema. La presencia de brechas tipo pseudotaquilitas que están íntimamente relacionadas al efecto de fallas como producto de fricción e incremento de temperatura produciendo fracturamiento, brechación y fusión en las rocas que pueden ser inyectadas formando cuerpos de brecha cuyas características dependerá de la intensidad de la tectónica que se presente, demuestran lo anterior. Se observan clastos del batolito de Zamora, pórfidos, anhidrita calcopirita y pirita. (5)

Estas brechas se observan en zonas donde las rocas adyacentes están fracturadas y desplazadas, notándose vetillas con movimiento a manera de crackel brecha.

Fotografía 3. Brecha pseudotaquilita.



d. Brecha Tectónica (brtc)

Es la trituración de la roca durante el movimiento de fallas permite la generación de brechas tectónicas, se caracterizan por tener espejos de falla, clastos de rocas preexistentes aledañas y milonitas.

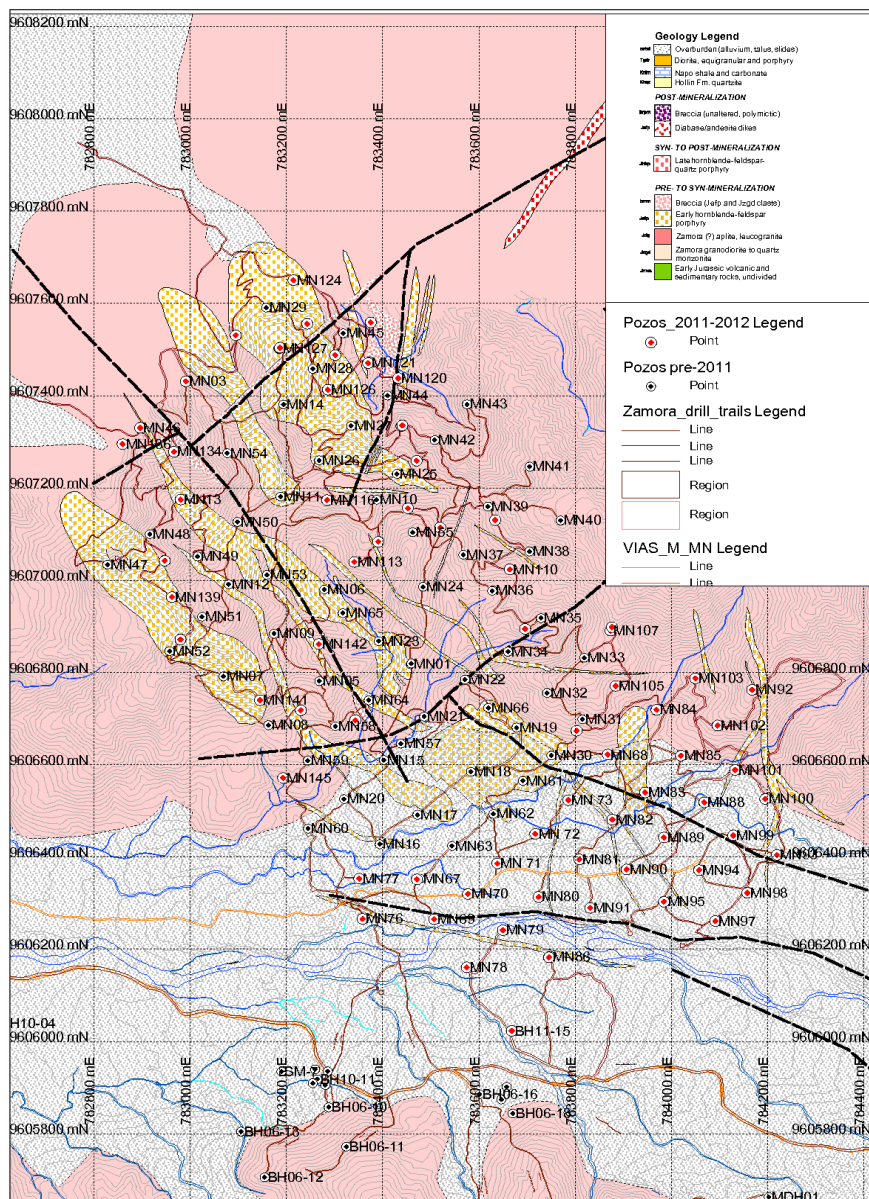
Fotografía 4. Brecha tectónica, MN142 Prof. 128,5 m.



e. Depósitos superficiales.

Se ubican hacia el sureste del yacimiento rellenando el valle del río Wawayme se constituyen principalmente por varios eventos de terrazas aluviales acompañados por flujos de lodo, aluviones y coluviales. Esta unidad en los sondeos realizados puede alcanzar una potencia de hasta 50 m de espesor. (5)

Figura 3. Mapa geológico del depósito Mirador Norte.



Fuente: Reporte de exploración. (2011).

2. Alteración Hidrotermal.

“La alteración hidrotermal es el cambio en la mineralogía como resultado de la interacción de la roca receptiva con fluidos calientes llamados fluidos hidrotermales. Los minerales preexistentes en las rocas por efecto de la temperatura han sido remplazados por minerales de alteración.

Los fluidos hidrotermales también circulan a lo largo de las fracturas”. CAMUS (6) Un ambiente como el Mirador Norte que posee sistemas de fracturas o diaclasas bien desarrolladas puede servir como un excelente receptor de fluidos hidrotermales mineralizantes.

a. Alteración Potásica.

Es una alteración de origen tardimágnica, de alta temperatura (sobre los 300°C), se asocia al emplazamiento de intrusivos intraminerales o portadores de la mineralización de Cu. (6) El ensamblaje Potásico en Mirador Norte está representado por biotita secundaria, que puede remplazar a feldespatos y minerales máficos, con presencia también de clorita, anhidrita, sílice, magnetita, vetillas tempranas tipo “A” y micro vetillas de sulfuros. Puede estar asociada al sulfuro principal de Cu, calcopirita.

b. Alteración propilítica (Clorítica).

Típicamente se caracteriza por minerales como clorita, epidota, calcita y magnetita. En los pórfidos cupríferos constituye una alteración contemporánea a la potásica, pero externa al sistema, este ensamblaje también puede contener significativas concentraciones de Cu en el yacimiento. OYARZÚN (7)

En Mirador Norte estamos llamando alteración Propilítica a un ensamblaje marginal a las fajas potásicas y corresponde a una dominante presencia de clorita con magnetita, a veces epidota y muy débil biotita secundaria.

Fotografía 5. Alteración propilítica (Clorita).



c. Clorita – Biotita.

Este ensamblaje de alteración que se ha identificado en Mirador Norte, se caracteriza por la presencia de clorita y biotita secundaria en iguales proporciones, presentándose como franjas de transición en el cambio de una zona potásica a su extremo propilítico con dominio de clorita y a veces epidota. (6)

d. Silicificación.

Este tipo de alteración se presenta como una sobreimposición o invasión pervasiva de sílice la misma que a veces presenta un incremento en la ley de Cu, se observan muchos sulfuros diseminados, se puede decir que está asociada a la alteración Potásica. Generalmente se presentan como fajas subverticales dentro del sistema.

e. Sílice – Magnetita.

En el depósito de Mirador Norte este tipo de alteración se presente en estructuras, también está de forma diseminada, como manchas y rellenando vetillas, estas zonas por lo general tienden a ser de baja ley de Cu con mayor presencia de Pirita.

Fotografía 6. Alteración Sílice - Magnetita.



f. Alteración Fílica.

También se denomina alteración cuarzo-sericítica. Es un tipo de alteración hidrotermal moderada. Se desarrolla en la medida en que los fluidos hidrotermales migran desde el magma fuente y comienza a enfriarse bajo condiciones de aguas meteóricas que penetran en el sistema hidrotermal y removilizan parte de su mineralización temprana, bajo estas condiciones la textura original de la roca afectada se destruye (6). La mineralogía se caracteriza por la asociación de cuarzo - sericita, (illita) y pirita, con proporciones menores de Calcopirita. Vetillas tipo “D” se presentan en este tipo de alteración.

Fotografía 7. Alteración Cuarzo - Sericita.



g. Alteración Argílica Supérgena.

Esta alteración supérgena se desarrolla desde la superficie a la profundidad, coexistiendo con el recubrimiento lixiviado hasta la zona enriquecida con diferentes intensidades. Caracterizada por el remplazo de los feldespatos por caolinitas, mont-morillonitas e illitas.

Fotografía 8. Alteración Argílica supérgena, MN130, Prof. 45m.



3. Zonas de mineralización.

El yacimiento presenta zonas o niveles de mineralización por cuanto han ocurrido una serie de procesos supérgenos que han modificado significativamente la mineralogía primaria. Lo anterior puede producir importantes zonas de enriquecimiento secundario, principalmente representado por la calcosina que es un sulfuro secundario de Cu.

La mayor parte de los pórfidos cupríferos no son de alta ley en la zona primaria, a menos que hayan desarrollado enriquecimiento secundario, el porcentaje de Cu se incrementa de 3 a 4 veces el valor del hipógeno. LINDSAY Y LEÓN (8)

Figura 4. Zonas de mineralización típicas en los pórfidos cupríferos.

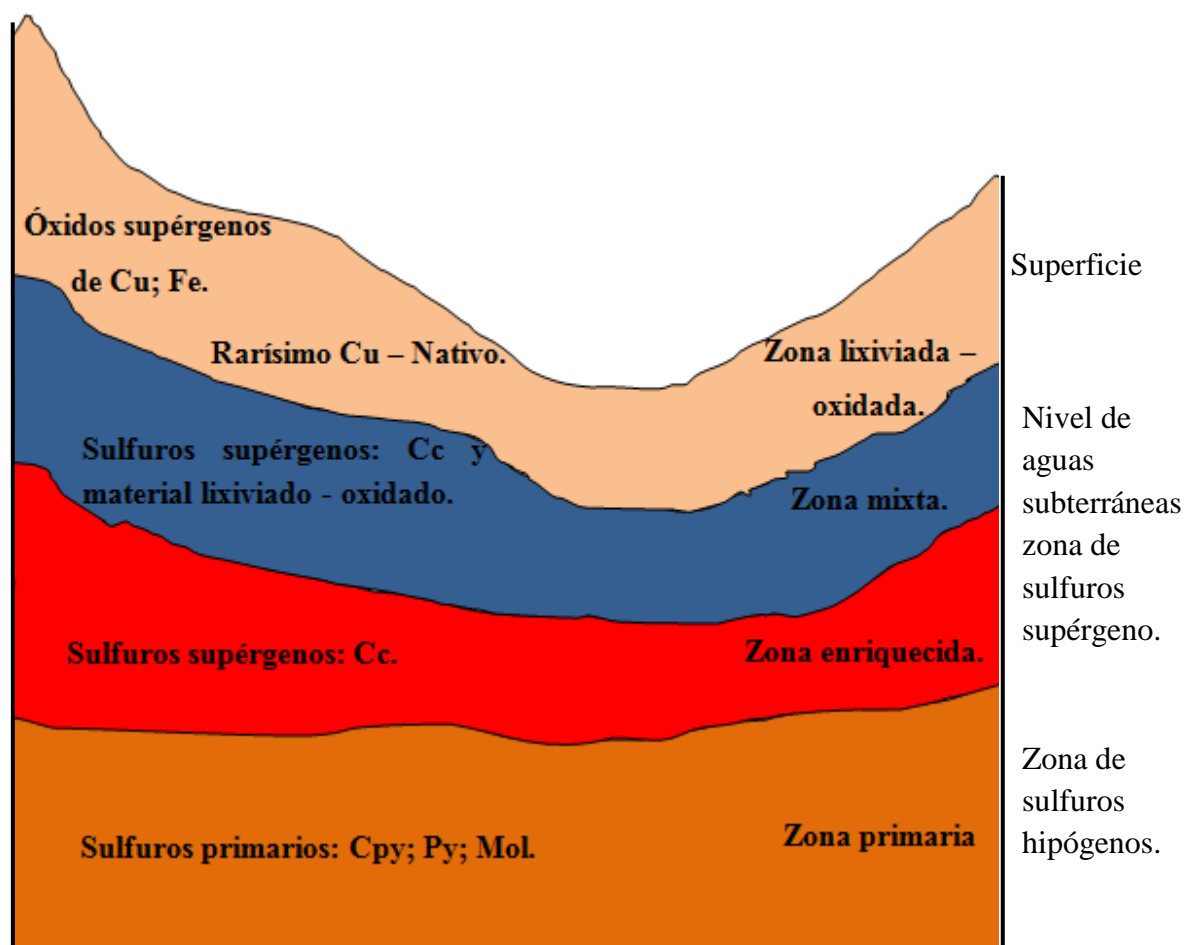
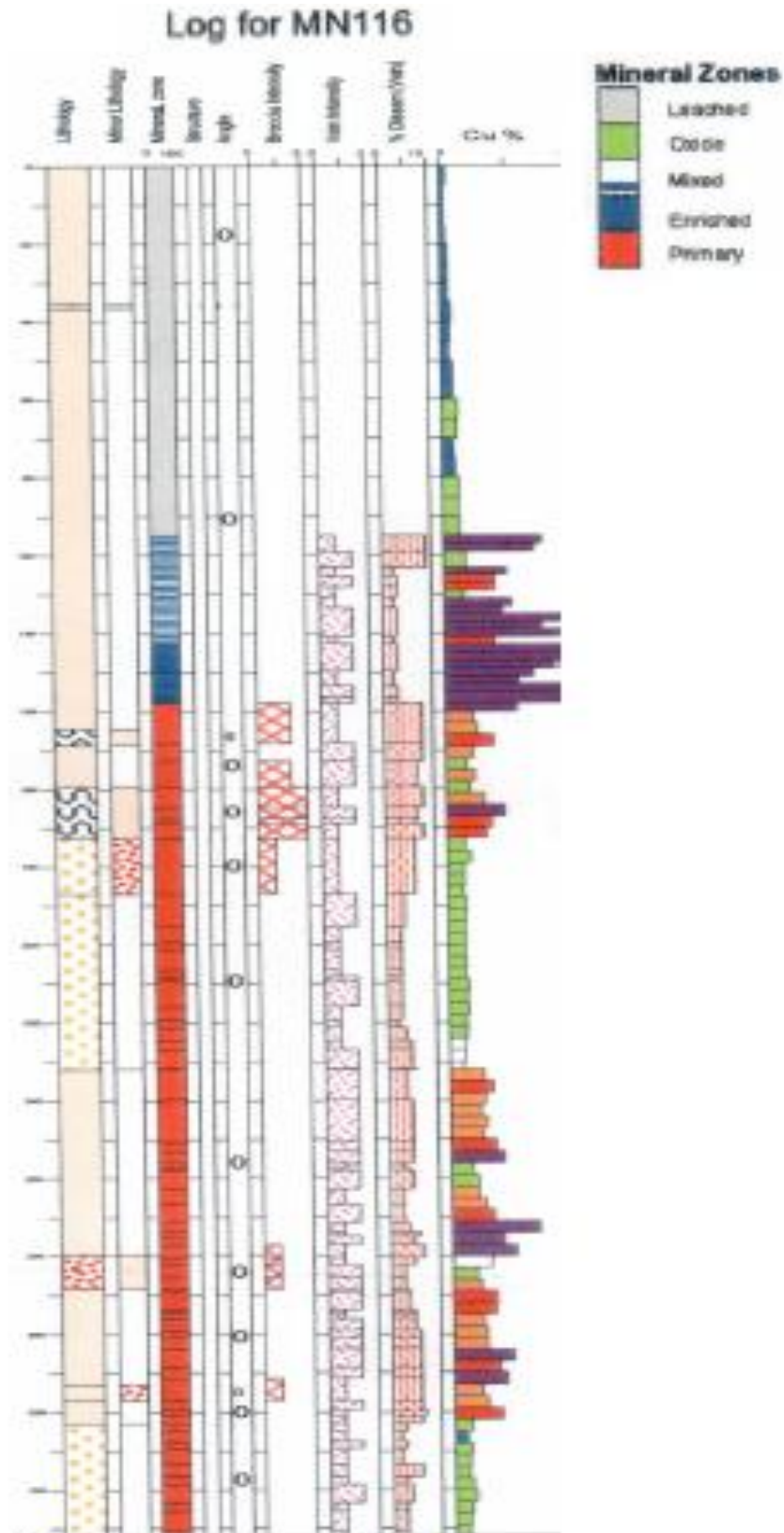


Figura 5. Zonas de mineralización del pozo MN116, en Mirador Norte.



a. LD = Zona Lixiviada – Oxidada.

Corresponde a los primeros metros de los pozos perforados, con dominio de óxidos hidratados de hierro como producto de la exposición de los sulfuros hipógenos a las condiciones de oxidación. En “Mirador Norte” en esta zona se presentan minerales como jarosita, goethita y hematita (limonitas).

Durante la lixiviación se realiza el aporte de iones de los minerales de las rocas a las aguas percolantes, lo que permite la formación de Ácido Sulfúrico, como producto del contacto del agua con la pirita y otros sulfuros, se disuelve en forma de iones SO_4^{2-} , H^+ , Fe^{3+} y Fe^{2+} , son agentes lixiviantes, que diluyen los metales en forma de sulfatos (al entrar en contacto con calcopirita forma: cobre en solución como sulfato) y puede reaccionar y ser neutralizada por minerales como calcita o feldespato potásico, los que precipitarían como óxidos de cobre como: malaquita, azurita, crisocola, etc. (8)

b. MX = Zona Mixta.

Es la mezcla de la zona lixiviada con la enriquecida. Durante la transición entre la zona lixiviada a la zona enriquecida, existe una alternancia de sulfuros hipógenos (pirita y calcopirita) y sulfuros secundarios (calcosina), ésta zona mixta, es producida por los cambios del nivel freático durante sus ascensos y descensos. (8)

c. EN = Zona Enriquecida.

La cual está caracterizada por la presencia de calcosina, sulfuro secundario de cobre que se forma debajo del nivel freático.

El cobre en solución como sulfato, al encontrar pirita u otro sulfuro, crean una superficie de reacción entre ellos, donde es adicionado cobre, el reemplazamiento total de calcopirita por calcosina es la expresión más agresiva de sustitución; en condiciones donde exista cobre adicional, habría reemplazo de pirita; sin embargo la calcosina no constituye la mena principal de “Mirador Norte.

Por efecto de la topografía los niveles de calcosina tienen forma lenticular, en la cresta de las colinas la potencia se incrementa y hacia las zonas bajas o quebradas disminuye. Si comparamos con depósitos de pórfidos cupríferos de Chile ellos tienen espesores grandes y casi uniformes por la topografía plana en la se encuentran sus yacimientos en la zona desértica de Atacama.

d. PR = Zona Primaria⁴.

Es la última zona, en ésta los procesos supérgenos ya no existen pero es la más importante por ser la mena principal del depósito de Mirador Norte. En la cual están presente la mayor parte de la mineralización del yacimiento constituida por calcopirita, cuyo contenido varía de 0.33 a 0.6⁵% Cu.

También existe pirita y en menores cantidades molibdenita. Los diferentes tipos de alteración hidrotermal están presentes en esta zona.

⁴ : procesos supérgenos, (www.u-cursos.cl/ingenieria/2006/2/GL54A/1/).

⁵ : Reporte del laboratorio AcmeLabs.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

El depósito de cobre se ubica al sureste del Ecuador, en el valle del río Wawayme tributario del río Zamora, flanco Occidental de la Cordillera del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe, cercano a la frontera entre Ecuador y Perú.

El Proyecto Mirador se localiza aproximadamente a 380 km al sur de la capital del Ecuador, Quito; a 70 km este-sureste de Cuenca y a 170 km de Machala, puerto marítimo del Pacífico; todas las distancias en línea recta.

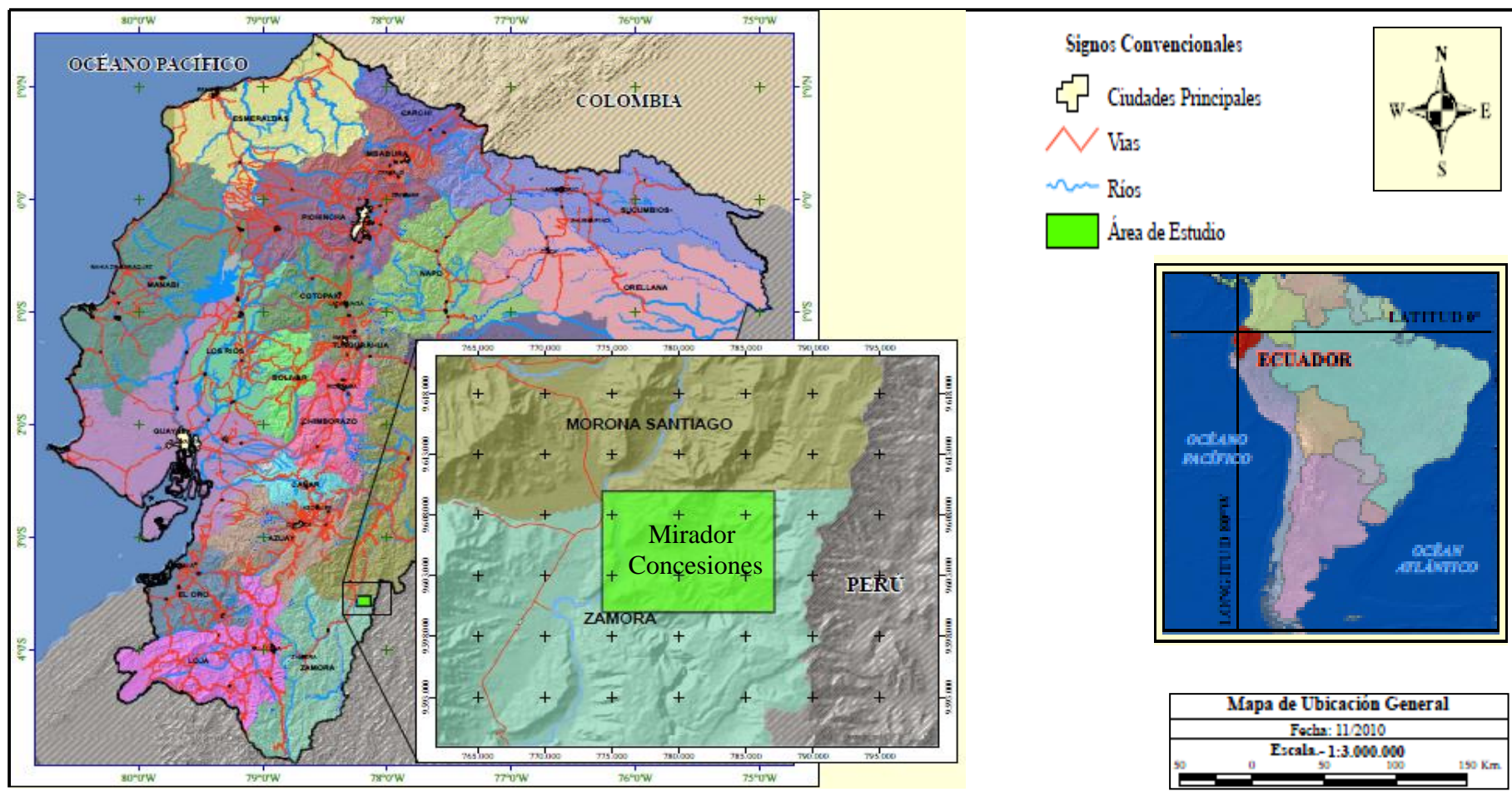
2. Acceso

El acceso al proyecto minero Mirador Norte, desde la ciudad capital del Ecuador, Quito se la realiza por vía aérea, existiendo vuelos internos diarios de las aerolíneas nacionales entre Quito y Cuenca o Loja. El aeropuerto de Gualaquiza, a 40 Km, cuenta con una pista asfáltica y es el más cercano al proyecto pero a éste solo llegan vuelos tipo chárter.

Por vía terrestre desde Quito hacia Cuenca o Loja, luego hasta Túndayme que se encuentra a 6 km del campamento Mirador, se llega por vías de primer y segundo orden, que toma de 4 a 3 horas de recorrido incluido el paso de la gabarra sobre el río Zamora. .

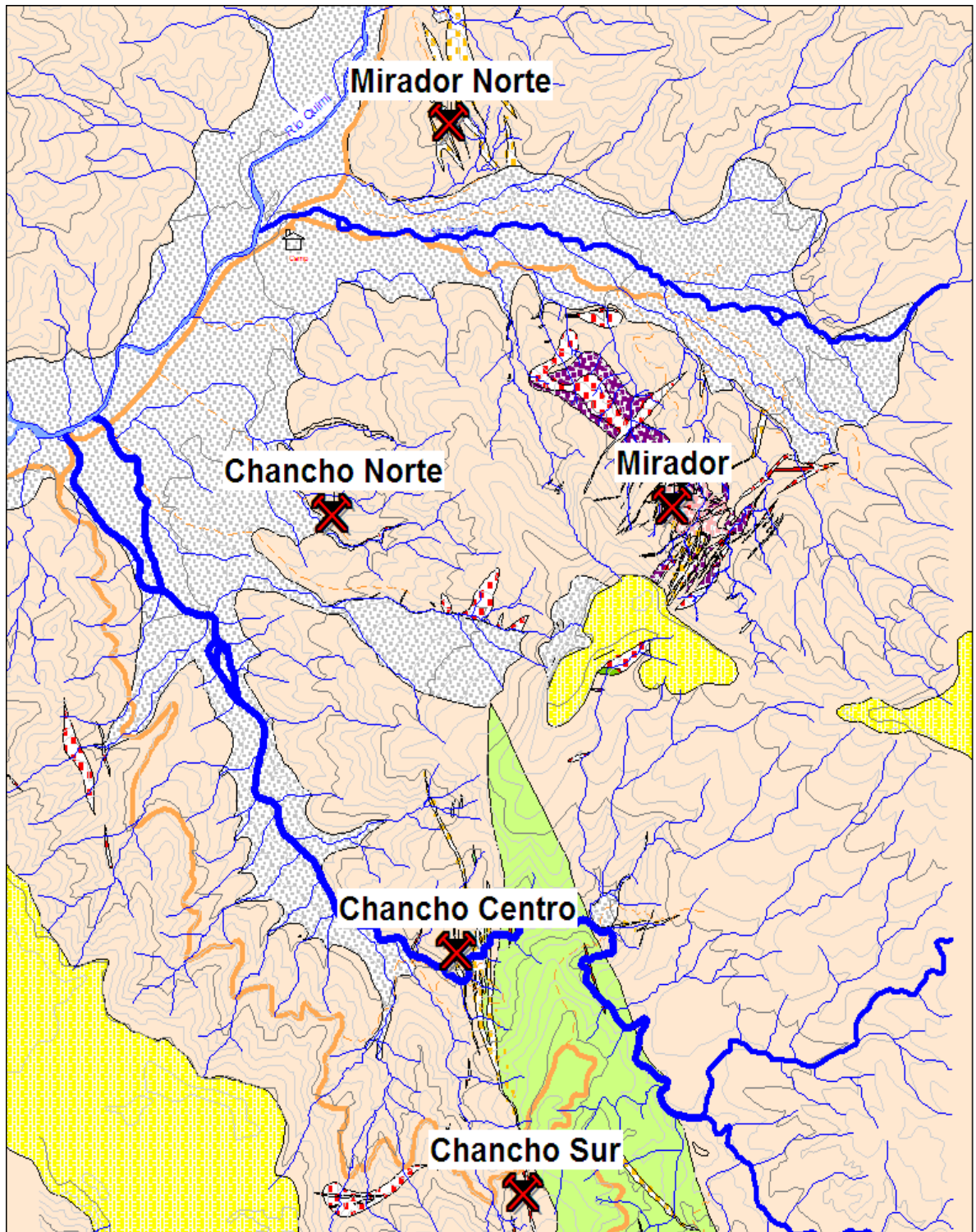
Otra alternativa terrestre desde Riobamba – Macas, Gualaquiza, hasta Túndayme por vías de primer y segundo orden, que toma 7 horas de recorrido.

Figura 6. Mapa de ubicación.



Fuente: PMA (2010).

Figura 7. Ubicación dentro de la geología de los proyectos Mirador y Mirador Norte.



Fuente: Archivos de la empresa.

3. Ubicación geográfica

Altura: 1100 m.s.n.m.

Latitud: 03° 34' S

Longitud: 78° 26' W

4. Características climáticas

Temperatura promedio anual: 22° C

Precipitación promedio anual: 1800 mm

Humedad relativa: 86%

5. Vegetación

La clasificación ecológica de estas regiones bioclimáticas son bosque húmedo Pre-Montano-bhPM y según ZEE, a los ecosistemas Antrópico, Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes Orientales del Sur (BSVMB-AORS), Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales (BNM-AOR), Bosque Siempreverde Montano Bajo de las Cordilleras Amazónicas.

6. Suelo

Debido a que los suelos del área de estudio se formaron bajo la misma condición climática, igual o muy similar al material original. Por lo tanto, los suelos pueden ser clasificados en tres grandes grupos: 1) suelos desarrollados de material sedimentario (SM) (Franco Arcilloso); 2) suelos derivados de aluviales altamente erosionados originados en cuencas hidrográficas (Franco Fino); y 3) suelos derivados de rocas intrusivas (Scb y Scma) (Franco Arenoso y Fino).

B. MATERIALES

1. Materiales de oficina

Libreta de campo, Lápiz, Esferos, Marcadores, Borradores, CDs, Hojas de papel boom, laminas en A₃ – A₁, Copias, Impresora, Computador portátil, Cámara digital, Memory 4 GB y mapas geológicos.

2. Materiales de campo

Brújula de Geólogo, GPS, Martillo de Geólogo, Flexometro (3m), Escalímetro, Altímetro, Lupa 12X, Lápiz Magneto, Lápiz Rayador y Núcleos de Roca.

3. Equipo de protección personal (EPP)

Casco, Gafas, Tapones auditivos, Mascarilla, Chaleco reflexivo, Guantes, Botas de punta de acero.

C. METODOLOGÍA

1. Primer objetivo

Previamente y durante el estudio se revisó bibliografía sobre los procesos y modelos de alteración, distribución de eventos y estilos de mineralización en los sistemas de pórfidos cupríferos andinos. En el desarrollo del estudio se realizaron actividades de observación y análisis de núcleos de perforación almacenados en la litoteca del campamento Mirador. Se tomaron en cuenta aspectos litológicos, alteración, características de mineralización y estructurales. Para el estudio de estos parámetros se revisaron testigos de perforación de 140 pozos, desde MN⁶ 01 hasta MN 140, ejecutados durante la exploración avanzada del proyecto Mirador Norte con el propósito de establecer los límites del cuerpo de mineral.

⁶ Mirador Norte.

Los sondajes se ubican en una malla con líneas de perforación orientadas SWNE⁷, la inclinación de los sondajes puede variar desde 60° hasta la vertical, alcanzando una profundidad promedio de 250 m, la distancia entre pozos es aproximadamente 100 m.

Los testigos de perforación tienen diferente diámetro en su mayoría HTW⁸ Y NTW, con 7.09 cm y 5.4 cm respectivamente, que son cortados por la mitad durante la preparación de las muestras que se envía al extranjero para su respectivo análisis.

2. Segundo objetivo

La revisión y análisis de la información proporcionada por el mapeo de testigos realizada por los geólogos del proyecto fue la base para las interpretaciones de zonas con diferentes características de alteración en cada uno de los pozos. Con ello se elaboraron 17 perfiles en sentido NWSE, donde se interpreta la alteración potásica, el ensamblaje biotita – clorita, propilitica, filica y argílica. Posteriormente estas zonas se correlacionaron en los diferentes perfiles, obteniendo un modelo de alteración.

La información de los perfiles es proyectada a planos de profundidad (750 y 850 m.s.n.m.), donde se correlacionan en planta por sus características similares para obtener un modelo temático que indique la distribución de los aspectos de alteración. El mapa a 750 m.s.n.m. se correlacionan con el mapa a la misma profundidad del modelo de ley de Cu en el depósito cuprífero.

3. Tercer objetivo

De las estructuras encontradas en los 140 sondajes mediante el mapeo de testigos y los reportes de logueo se identifican y son interpretadas en 17 perfiles, de orientación SWNE. Con esta información levantada en perfiles de las estructuras se desarrolla un mapa a 750 m.s.n.m. donde se encuentra fallas principales y secundarias en sentido NWSE y las estructuras A - A' de orientación SWNE.

⁷ Sur Oeste Norte Este

⁸ Thin Wall (pared delgada)

4. Cuarto objetivo

Para la elaboración de un modelo de la ley de cobre, se obtienen los valores de los núcleos de perforación y los reportes del logeo con ello se interpretan 15 perfiles en sentido SWNE, designando diferentes colores para cada uno de los valores de Cu. Utilizando los perfiles se elaboran dos mapas temáticos a diferentes profundidades (750 m.s.n.m. – 850 m.s.n.m.) del cuerpo de mineral con sus colores respectivos.

En la correlación se utiliza el mapa de 750 m.s.n.m; el cual es sobre puesto al de litología y estructuras formando un mapa para extraer resultados. Así también dos mapas más como: correlación entre ley de cobre con alteración y estructuras y la correlación entre ley de cobre con evento – estilo de mineralización y estructuras. Estos 3 últimos mapas son empleados para llegar a las conclusiones de cual es parámetro que controla mineralización en el depósito cuprífero Mirador Norte.

5. Quinto objetivo

Se identifican muestras de porfidos con características diferentes en sitios distintos las muestras son cortadas en 12 – 15 cm las cuales son etiquetadas, empacadas y llevadas al laboratorio en la Universidad central del Ecuador para la preparación de laminas delgadas, luego son enviadas al departamento de geología de la Escuela politécnica Nacional para el estudio petrográfico con el informe de laboratorio se descarto que existan de 2 o más emisiones de porfidos pero si una variación del pórfido en diferentes sitios por efectos de la temperatura y la alteración.

6. Sexto objetivo








Se estudio la información sobre la edad, litología, alteración, estructuras, evento y estilo de mineralización y distribución – concentración de la ley 2 de Cu, de Mirador Central y con la información recién levantada de Mirador Norte se establece la relación magmato – hidrotermal. Se llega a decir aunque los dos son depósitos de cobre que se encuentran relativamente cerca pero totalmente diferentes con características únicas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. CARACTERIZACIÓN DEL EVENTO Y ESTILO DE MINERALIZACIÓN DEL DEPÓSITO DE MIRADOR NORTE.

En base a la revisión de testigos de perforación de 140 pozos del depósito de Mirador Norte, así como de la información de logeos realizados para cada uno de ellos, se han obtenido los datos necesarios sobre la ocurrencia o forma de presentarse los sulfuros en el yacimiento, estas características se han representado a lo largo de los pozos en secciones SWNE, y su interpretación ha servido para realizar 2 mapas a diferentes niveles (750 y 850 m.s.n.m.) que demostraron la distribución y relación de sulfuros en forma diseminada o en vetillas y sus diferentes proporciones, lo que contribuyó también a identificar los eventos de mineralización presentes en el yacimiento.

Cuadro 2. Simbología para representar la relación diseminado/vetillas en los perfiles.

Estilo	Evento	Rango	Símbolo
Diseminado	Primer	10-0, 9-1, 8-2 y 7-3	
Diss. > Vt. Tempranas	Primer	6-4 y 5-5	
Vt. Tempranas > Diss.	Primer	4-6 y 5-5	
Vt. Tempranas.	Primer	3-7, 2-8, 1-9 y 0-10	
Diss. > Vt. Tardías	Segundo	6-4 y 5-5	
Vt. Tardías > Diss.	Segundo	4-6 y 5-5	
Vt. Tardías	Segundo	3-7, 2-8, 1-9 y 0-10	

Los estilos de mineralización presentes en los perfiles SWNE 10, 15, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 65, 75, 80 y 85 (ver anexos 01, 02, - 14), sirvieron para representar en los planos 750 y 850 m.s.n.m; (ver anexos 21 y 22); una distribución hacia el centro norte del depósito donde predomina un estilo de mineralización de sulfuros diseminados. En esta zona se observa una transición desde un diseminado al centro, luego incrementan las vetillas tempranas hasta terminar con dominio de éstas hacia los extremos. Entre las vetillas se

destacan; las finas de Cpy, pocas vetillas agusanadas de Qtz⁹- Py¹⁰- Cpy¹¹, vetillas de Qtz con Py, Cpy y Mol, vetillas de Qtz con sutura y Py, Cpy, vetillas de Mol y Qtz y vetillas de anhidrita.

En el perfil SWNE 20 (ver anexo 03) existe un evento aislado en los pozos MN: 123 y 125, caracterizado por vetillas tardías, la litología en el pórfido es variado, presenta Vetillas tipo “D”, Vetillas de cuarzo recristalizado con sulfuros de relleno, Vetillas finas con Chl¹², Ep¹³ y Py.

En la parte sur del yacimiento de Mirador Norte, se identifico unas zonas con estilo de mineralización de dominio con vetillas tardías, se observa en los perfiles SWNE 90, 100, 110, 120, 130 y 140, (ver anexos 15, 16, 17, - 20); se caracteriza por la presencia de vetillas de Qtz recristalizado con Py - Cpy - Cal¹⁴- Mol, vetillas relleno de fracturas donde se presenta cuarzo granular con Py >> Cpy, vetillas tipo “D” con Py y halo de sericita. También existen pequeños focos de dominio diseminado y vetillas tempranas que al parecer están íntimamente ligados a la presencia de pórfidos tempranos escasos en esta zona en comparación con la parte norte del yacimiento.

Considerando la distribución y tipo de estilo de mineralización podemos resumir que existe un primer evento de mineralización que al parecer está relacionado con la intrusión de los pórfidos tempranos en la roca de caja que generan un estilo de sulfuros diseminados, y hacia la periferia existe una transición de débil a moderado con control estructural representado por vetillas finas de sulfuros, vetillas de cuarzo con sulfuros, vetillas con sutura y ocasionalmente vetillas tipo “A”. Este evento abarca las 2 terceras partes superiores del depósito.

Un segundo evento de mineralización tardía posiblemente está asociado a un fuerte control estructural, condicionado por fracturamiento que experimento la zona y que

⁹ Cuarzo.

¹⁰ Pirita.

¹¹ Calcopirita.

¹² Clorita.

¹³ Epidota.

¹⁴ Calcita.

aparentemente fue aprovechado por la mineralización para rellenar las fracturas existentes, afecta la zona sur, aproximadamente 1 tercio del depósito.

a. Relación del modelo de eventos y estilos de mineralización con el cuerpo de mineral.

En el mapa que se relaciona el cuerpo de mineral con el estilo y eventos de mineralización podemos resaltar que gran parte del valor alto de Cu se asocian a la distribución de un estilo diseminado y que corresponde al primer evento de mineralización. Marginalmente comienza a decrecer el valor de Cu, conforme aumenta el dominio de vetillas tempranas.

El segundo evento de mineralización con fuerte presencia de vetillas tardías influye en la distribución de la ley de cobre en el extremo SE, ya que a pesar de ser un sector marginal presenta valores aceptables por la superposición de vetillas tardías sobre el evento anterior. (Ver anexo N° 21) existe un cuerpo de mineral grande del segundo evento de mineralización tardío que está ubicado en el sur del depósito, el mismo que en el corte superficial 850 m.s.n.m. (Ver anexo N° 22) se muestra una reducción y con la presencia de zonas del primer evento de mineralización notables. Lo que implicaría la invasión de las vetillas tardías sobre el evento temprano diseminado.

B. CARACTERIZACIÓN DEL MODELO LITOLÓGICO DE MIRADOR NORTE.

El marco geológico de Mirador Norte presenta marcadas diferencias respecto a las unidades litológicas establecidas en Mirador Central. Ya que este último es un sistema multifásicos con al menos 4 eventos de intrusiones porfídicas en la roca de caja del batolito de Zamora, desde cuerpos dioríticos asociados a la mineralización temprana hasta diques riódacíticos completamente estériles más diferenciados. Así también Mirador Central presenta una brecha hidrotermal mineralizada en el centro del sistema, brechas intraminerales silico-piritosas poco potentes y por ultimo brechas freatomagmáticas polimícticas con matriz de polvo de roca estéril (pebble dikes¹⁵).

¹⁵ Diques de guijarro.

Por lo contrario la geología en Mirador Norte que se ha elaborado en base a la información de los pozos y mapeos de campo por parte de los geólogos de la empresa, se presenta más simple y se observa que las rocas encajadoras granodioríticas del complejo ígneo de Zamora son intruidas por un evento de pórfidos cuarzo-dioríticos tal vez un poco más tardíos y diferenciados que los pórfidos tempranos de Mirador Central, pero ambos se los considera como Jefp¹⁶ en su leyenda.

Se ha pensado que una segunda generación de pórfidos con mayor cantidad de ojos de cuarzo tipo dacíticos pero menos mineralizados, marcan el evento final de las intrusiones subvolcánicas en Mirador Norte y podrían ser equivalentes a los (Jhbp¹⁷) presentes en Mirador Central, pero en realidad corresponden a la misma unidad pero con una textura variable del pórfido temprano a consecuencia de la variación de la permeabilidad en los mismos.

Los cuerpos de brechas son muy limitados a diferencia de Mirador Central y se han descrito de acuerdo a la leyenda utilizada en éstos proyectos como (brmn¹⁸) a litologías asociadas a zonas de falla y cizalla donde es evidente el fracturamiento, dislocamiento y craquelamiento, conjuntamente con espejos de falla, llamadas; brechas tectónicas e inclusive el desarrollo de pseudotaquilitas por fusión de roca por fricción debido a deslizamiento de fallas a profundidades. La parte baja del depósito (SE) está dominada por material de sobrecarga (Ovbd¹⁹) que puede tener más de 50 m de potencia y se constituye principalmente de depósitos aluviales, de talud, aluviones y flujos de lodo que rellenan el valle del río Wawayme.

En Mirador Norte los pórfidos tempranos cuarzo-dioríticos se intruyen con tendencia NW-SE en dirección a Mirador Central y pueden tener hasta 800 m de largo y su ancho varía desde 200 m hasta estrechos diques no mayor a 10 m. Los pórfidos ubicados a los extremos del sistema en su parte centro norte y el cuerpo a manera de pequeño stock en el sur, parcialmente presentan textura diferente y pueden ser considerados como facies más

¹⁶ Pórfido temprano.

¹⁷ Pórfidos tardíos.

¹⁸ Brecha mineralizada.

¹⁹ Overburden.

diferenciadas del pórfido temprano pero no necesariamente de tipo tardío (Jhbp), por lo que no se los ha separado en el mapa. En base a imágenes y rasgos geomorfológicos se han delineado estructuras con tendencia SW-NE y NW-SE.

a. Relación del modelo Litológico con la mineralización.

Los pórfidos que cruzan desde el norte por el centro del depósito con una tendencia NW-SE, de menor potencia y tal vez más permeables, están asociados con el cuerpo de mineral que presenta los mejores valores de cobre (0.41-0.6%), aquí también es más dominante la roca de caja granodiorítica que ha sido muy receptiva a los fluidos que llevan la mineralización a causa de mayor fracturamiento.

La excepción lo constituye el pórfido ubicado al centro-sur del yacimiento a manera de stock que por lo contrario representa un bajo en cobre, posiblemente es menos permeable a los fluidos con mineralización. Otra razón sería que este pórfido se aloja en el núcleo de baja ley que ha sido levantado al sur del sistema por una falla inversa que lo limita en su extremo norte.

A los alrededores de este cuerpo la mineralización circundante es mucho mejor sobre 0.4% Cu y coincidente en gran parte con la roca de caja más permeable.

Los pórfidos ubicados a los extremos de la zona centro-norte presentan una relación variable con la mineralización mejores valores hacia el centro del depósito y los bordes externos corresponden a zonas de menor ley, inclusive afectados por las alteraciones hidrotermales tardías.

C. CARACTERIZACIÓN DEL MODELO DE ALTERACIÓN HIDROTHERMAL DEL YACIMIENTO DE MIRADOR NORTE.

Para el análisis de la alteración presente en el depósito de Mirador Norte, se consideró la interpretación realizada por los geólogos en los núcleos de perforación y que se describen

en los formatos drill_log²⁰, que contienen los diferentes minerales de alteración que se desarrollan en las rocas pre-existentes por efecto de los procesos tardi – magmáticos e hidrotermales.

Los minerales de alteración corresponden a feldespato potásico (Ksp), biotita secundaria (bi), sericita – illita (ser), arcillas (arg), epidota (epi), sílice (Sílica), clorita (Chl), magnetita (mgt), cantidades de calcita (cal), yeso (g) y anhidrita (a).

La observación a la lupa determinó la intensidad del mineral de alteración y se describe como 1.- débil o baja intensidad, 2.- mediana intensidad y 3.- muy intenso o de dominio total del mineral de alteración. Por lo general la fuerte presencia de un mineral incide en la disminución de otro. La magnetita se estima en porcentaje (%) y la relación yeso/anhidrita se describirá anteponiendo la letra del mineral dominante en el caso que ambos ocurran, ejemplo: a/g, de lo contrario solo la letra del mineral presente.

Las alteraciones que se han definido en el depósito de Mirador Norte dependen de la proporción en que coexisten los minerales de alteración.





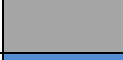


Cuadro 3. Tipos de alteración del depósito Mirador Norte.

MINERALES DE ALTERACIÓN								
CODIGO	ALTERACIONES	BIO	CHL	SER	SIL	AR	EP	MGT
BIO	Potásica	2-3	1	1	1-2		1?	1-3%
CHL-BIO	Clorita-Biotita (Transición)	1-2	1-2	1	1	1	1	>2%
PROP	Propilítica o Clorítica	1?	2-3	1			1-2	>2%
SIL	Silicificación	1	1		2-3			
SIL-MGT	Sílica- Magnetita (Estructura)	1?	1?		2-3		1?	>3%
MGT	Magnetita (Estructura)	1	1		1?		1	>5%
Qtz-ser	Fílica	1	1	2-3	2-3	1		
Arg	Argílica	1?	1	1		2-3	1?	

²⁰ Inicio de perforación.

Una vez definidos los ensamblajes de alteración se ubicaron sus códigos en las respectivas columnas del formato “drill_log”, para más facilidad de la interpretación se han atribuido colores a los diferentes códigos de alteración (ver cuadro N° 04), esta información será graficada según su profundidad a lo largo de los pozos contenidos en los perfiles SWNE escala 1:2500. La zona lixiviada y la enriquecida no se la toman en cuenta, solo la alteración presente en el hipógeno o primaria.

Cuadro 4. Colores que representan los diferentes tipos de alteración del depósito.

Alteración Hidrotermal	
Alteración	Color
Potásica	
Clorita - Biotita	
Propilítica- Clorítica	
Silicificación	
Sílice - Magnetita.	
Fílica	
Argílica	

En los pozos contenidos en las secciones, se graficaron los ensamblajes de alteración en base a colores, luego se ha procedido a correlacionar e interpretar las zonas de alteración considerando la tendencia subvertical de sus contactos como resultado del efecto térmico que causan los cuerpos intrusivos y/o sus fluidos asociados en las rocas encajadoras.

También se consideran zonas con influencia de aguas descendentes asociadas a la alteración fílica. Estructuras de sílice y magnetita, aunque no representan un ensamblaje de alteración, por sus características estructurales y de mineralización se las ha considerado.

Como resultado de ésta interpretación se han podido determinar dominios de zonas potásicas (café) donde la intensidad de la biotita secundaria puede variar de 2 a 3, mientras que la clorita puede presentarse con intensidad de 1, también algo de Silicificación. Por

otro lado se observan zonas de dominio propilítico o clorítico (verde) donde la intensidad de la clorita puede ser 2 a 3 y la biotita secundaria puede encontrarse con intensidad de 1, también es posible encontrar epidota con intensidad de 1 a 2. Ambas zonas son dominantes en el sistema magmato-hidrotermal de Mirador Norte.

Existen zonas intermedias de Clorita – Biotita (naranja) donde la proporción entre ellas es igual, ya sea de 1 a 1 o de 2 a 2, y se presentan como fajas más delgadas asociadas o limitando tanto a zonas de dominio potásico o clorítico.

Luego de interpretar todas las secciones de orientación SWNE que cruzan el depósito se ha podido identificar una distribución o relación entre las zonas de alteración que no obedecen a una típica zonificación de un modelo de alteración como ocurre en el yacimiento de Mirador Central por cuanto aquí las franjas de alteración se alternan en diferentes posiciones siguiendo una tendencia NW-SE.

Así podemos ver que los perfiles ubicados más al Norte del yacimiento SWNE 10-15-20 y 30, (ver anexos 23, 24, - 26); presentan un dominio de zonas potásicas de 300 a 600 m de ancho que ocupan el extremo oeste, mientras que las fajas de dominio clorítico ocupan el extremo oriental de las secciones en fajas de 200 a 400 m. Estructuras con alteración fílica penetran las zonas potásicas en algunos casos afectando la ley de cobre en los pozos más occidentales.

En las secciones SWNE 35 y 40, (ver anexos 27 y 28); el fondo es fuertemente clorítico y las zonas con dominio de biotita secundaria se adelgazan y no superan los 150 m, también se observan zonas de transición clorita-biotita que no superan los 60 m y se pueden asociar a fajas potásicas que cambian a clorítica fuerte. Zonas fílicas también disminuye la ley en algunos pozos en especial al extremo oriental.

Revisando las secciones SWNE 45-55-65-75 y 85, (ver anexos 29, 30, - 33); se observa un fondo de dominio clorítico pero las franjas potásicas con bordes de transición clorita-biotita secundaria son más repetitivas y su ancho puede alcanzar hasta 100 a 200 m. Las estructuras fílicas son más evidentes en los perfiles 65 y 75, (ver anexo 31 y 32). También se hacen presentes zonas de silicificación que pueden incrementar el valor de Cu.

Más al sur en las secciones SWNE 90-100 y 110, (ver anexos 34, 35 y 36); dominando el sector oeste de los perfiles, zonas intermedias con clorita igual a biotita secundaria pueden alcanzar los 300 m de ancho incluyendo franjas más delgadas potásicas. Hacia el este una zona de dominio clorítico de mayor extensión (600 m), incluye fajas potásicas con zonas de transición no mayores a 100 m de ancho. Algunas estructuras de sílice-magnetita son evidentes en los perfiles SWNE 90 y 100, (ver anexos 34 y 35).

En los perfiles más septentrionales SWNE 120-130 y 140, (ver anexos 37, 38 y 39); se observa un dominio de la alteración propilítica con clorita, epidota y la presencia de biotita secundaria se restringe a fajas de menos de 100 m de ancho que pueden estar limitadas por zonas de transición clorita-biotita igualmente muy delgadas y que pasan a las zonas propilítica dominantes.

La zona Propilítica está flanqueada por zonas de alteración fílica, pero estructuras menores con la misma alteración también cortan las alteraciones antes descritas. Son más evidentes en estos perfiles las estructuras de sílice-magnetita que tienen una tendencia de S a N y su grosor no supera los 50 m.

En base a los perfiles anteriores se elaboraron 2 secciones horizontales (planos) a una altura de 750 m.s.n.m, y a 850 m.s.n.m. para establecer la distribución y comportamiento del modelo de alteración en el sistema, tanto en el sentido horizontal como vertical.

Analizando el plano más profundo de 750 m.s.n.m, (ver anexo 40); se observa que el modelo de alteración hidrotermal en Mirador Norte, se caracteriza por presentar un fondo clorítico que está distribuido en toda la extensión del yacimiento, es posible que esta clorita corresponda en parte a la extensión del halo propilítico del depósito de Mirador Central, ubicado a 3 km de distancia. La presencia de epidota desde su límite al SE hacia la parte central del depósito nos podría indicar esta influencia, lo que no ocurre en el sector norte.

En la zona SE tenemos una fuerte intensidad de epidota que puede asociarse a la presencia de vetillas de éste mineral con Chl, Py y mag, que aparentemente son producto de un evento tardío que afecta este sector. Estas vetillas también se han observado en el sector

NW de Mirador Central. Este ensamblaje de clorita y epidota dominante al SE de Mirador Norte, está a su vez cruzado o sobreimpuesto por posteriores ensamblajes de alteración propios de éste sistema.

Con esta posibilidad y con la información obtenida de los testigos de la litoteca de los pozos BH 11-15²¹, BH 10-11, BH 06-11, BH 06-16 y BH 06-18 los cuales están ubicados entre los dos depósitos; presenta una alteración propilítica de baja intensidad con abundante magnetita y Py, así mismo existe una notable presencia de Qtz – Ser lo cual nos indica que estamos al borde del sistema, en definitiva se diría que los depósitos Mirador como Mirador Norte son dos sistemas diferentes con sus propias características de alteración y mineralización.

Mas esta aclaración ya en el depósito estudiado, se presenta en el borde occidental tanto al norte como al sur, destacándose 2 núcleos más o menos consistentes de alteración potásica con biotita secundaria, lo que se deduce comparando los 2 planos realizados a diferentes profundidades.

Dos fajas que cruzan la parte central del sistema corresponden a alteración potásica con biotita secundaria de alta a de mediana intensidad, estas fajas están dispuestas con la misma tendencia NWSE que tienen los cuerpos sub volcánicos (pórpidos del depósito). Revisando los cortes horizontales ejecutados a profundidades diferentes se diría que las estructuras con presencia de biotita secundaria tienen un ligero desplazamiento hacia el Este en el plano de 850 m.s.n.m, (ver anexo 41); lo que podría indicar una proyección de los fluidos asociados a estas alteraciones en sentido SW – NE.

Estas franjas que indican la presencia más o menos equitativa de clorita con biotita secundaria se han considerado como zona de transición y pueden presentar en su trayectoria núcleos potásicos con biotita secundaria más intensa, principalmente la ubicada hacia el extremo occidental. La alteración cuarzo – sericita se dispone principalmente hacia las márgenes del depósito y como pequeños cuerpos en la parte central, una

²¹ Código del pozo (BH: zona estéril, 11: perforado en el 2011; 15: en quinceavo lugar).

estructura mayor de Qtz – Ser²², corta el núcleo potásico ubicado al N-W del yacimiento de Mirador Norte. La presencia de estructuras síliceas de orientación preferencial NWSE de poca potencia es más evidente o están asociadas con el núcleo potásico ubicado al NW. Por el contrario estructuras de sílice - magnetita con orientación similar a las fajas con núcleos potásicos son más notables en el sector sur del sistema donde predomina el ensamblaje propilítico, (Ver anexo 40 y 41).

a. Relación del modelo de alteración con la mineralización.

En base a los perfiles realizados y al mapa del cuerpo de mineral, se observa que éste tiene un comportamiento muy diferente a lo largo del depósito de Mirador Norte, así podemos ver que en el sector centro sur del yacimiento, el cuerpo de mineral tiene o toma la forma de una estructura a manera de semi esfera, algo parecido a un casco donde en su parte central existe un núcleo de baja ley de < 0.2 % de Cu y las paredes que forman esta estructura presenta leyes de alto valor de cobre sobre el 0.41 %.

La parte central del cuerpo de mineral se presenta más consistente y definida en profundidad, en la sección transversal, tanto la zona con valores de 0.21 – 0.4% Cu, como el cuerpo que incluye de alta ley 0.41 – 0.6% Cu son más extensas, por tanto podrían ser las más interesantes en el momento de explotación

Desde la zona anterior hacia el norte del depósito vemos que el cuerpo de mineral tiende a estrecharse tanto la zona con valores de 0.21 a 0.4% Cu, como el cuerpo de alta ley sobre 0.41 % de Cu, el mismo que se reduce notablemente inclusive a menos de 100 m de grosor.

Resumiendo, es importante destacar que el cuerpo de mineral se distribuye en el centro sur, como un casco o estructura de semi-esfera, que en la parte central es más consistente, mientras que al norte se comienza adelgazar tanto el valor de 0.3 % como el de 0.41 % de Cu y al final sería como una cola.

Ahora que están identificadas las características del cuerpo de mineral podemos comparar con el modelo de alteración sobre imponiendo ambos planos a 750 m.s.n.m. de

²² Cuarzo – sericita.

altura se diría que en el sector sur el cuerpo de mineral que mantiene esta estructura de semi esfera, que las paredes de esta forma particular que contiene las mejores leyes están casi coincidiendo con las estructuras de alteración potásica con ensamblaje de biotita secundaria de intensidad media a alta y cantidades +- clorita podemos decir que en esta zona si existe un control estructural de la mineralización por efecto de la alteración hidrotermal. En la parte central de cuerpo de mineral donde es más consistente y extensa el cuerpo de alta ley de 0.41 % y también la zona que lo contiene que es de 0.21 % de cobre vemos que aquí coincide con las fajas de alteración de biotita secundaria de mediana a leve, con +- clorita, que son zonas de transición con núcleos pequeños de alteración potásica estas fajas son más anchas y más o menos cercanas separados por un corredor clorítico, así mismo flanqueadas por fajas de alteración propilítica en todo caso esta zona parece tener un control aparentemente enfocado a la alteración con la mineralización.


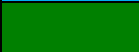

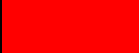

Pero en la zona del centro norte donde la alteración vemos que está representada por un núcleo potásico con biotita secundaria y hacia el SW, y así también una franja de alteración potásica con cantidades de clorita, entre estas dos zonas tenemos una base clorítica vemos que el cuerpo de mineral en esta parte el rango entre 0.21 – 0.4 % de Cu, no tiene un control notable por la alteración hay cosas que coinciden por ejemplo la estructura con valor alta de cobre está dentro del cuerpo de alteración potásica pero así mismo tenemos las zonas de baja ley de hasta 0.21 % también están dentro de la alteración potásica la misma que se vuelve más crítica por la presencia de alteración Qtz- Ser, con ello en definitiva podemos decir que la relación de cuerpo de mineral con la alteración es más coincidente en el centro sur que al parecer hay un control estructural y por último en el sector centro norte no hay un control del mineral con la alteración.

D. CARACTERIZACIÓN DEL CUERPO DE MINERAL.

La interpretación de un modelo sobre la distribución de la ley de Cu en el yacimiento de Mirador Norte es necesario para poder correlacionar con los parámetros de Litología, Alteración, Estilos de mineralización y Estructurales.

Para su elaboración se consideró los perfiles de orientación SWNE, con los valores de Cu que se reportan de laboratorio para cada uno de los pozos, tomando en consideración solo la zona del hipógeno. Estos valores de cobre para efecto de distribuirlos en un modelo se han colocado en diferentes rangos que a su vez corresponden a los siguientes colores:

Cuadro 5. Colores utilizados para representar el % de Cu en el depósito Mirador Norte.

COLOR		%Cu
Celeste		0 - 0,20
Verde		0,21 - 0,40
Naranja		0,41 - 0,60
Rojo		0,61 - 0,80
Morado		0,81 - 0,999

Una vez que hemos graficado los diferentes rangos en los pozos se procedió a interpretar, los perfiles con similitud se agrupan SWNE 10, 15, 20, 30 y 35, (ver anexo 42, 43, - 46); que están ubicados hacia el norte del yacimiento, en los que se observó un cuerpo de estructura casi vertical con valores de 0.21- 0.4 % de Cu, que aproximadamente mide entre 400 m a 500 m de ancho, dentro del cual existe una franja de 0.41 – 0.6 % del valor de cobre que no pasa de 100 m de ancho, el mismo que a los extremos tiene dos franjas que más o menos mide entre 100 m a 150 m de ancho con valor de 0 – 0.1% de Cu.

Los perfiles SWNE 40, 45, 55 y 65, (ver anexo 47, 48 - 50); que cruzan la parte central del depósito, se determinó un cuerpo más consistente de aproximadamente 500 m por lado donde el cuerpo de mineral de 0.41 – 0.6 tiene algo más de 200 m de ancho la misma que se profundiza ligeramente hacia el sur-oeste.

En basa a los perfiles SWNE 75, 85, 90 y 100, (ver anexos 51, 52, - 54); se ha interpretado que el cuerpo de mineral tiene una forma de arco con un valor mayor al 0.4 % de Cu, el mismo que aproximadamente mide 850 m de ancho, presenta algunas ramificaciones y a

veces se diluyen como fajas de decenas de metro, con un núcleo de baja ley menos del 0.2 % de Cu que en su mayor extensión puede tener 400 m de ancho.

En la zona sur del depósito donde están las secciones (SWNE 120, 130 y 140), (ver anexos 55, 56 y 57); el cuerpo de mineral que va buzando hacia el sur- este, el cual a profundidad reduce su ancho de 800 m a 400 m se presentan franjas entrelazadas que tiene valor de 0,41 – 0,6 % de cobre.

En el corte horizontal a 750 m.s.n.m. (Ver anexo 58), el cuerpo de mineral se zonifica desde la sección SWNE 55 hasta la 140, (ver anexos 49, 50, - 57); los 2 tercios del sur del depósito. En un centro aproximado de 800 m de largo por 400 m de ancho que tiene un valor de 0,41 a 0,6 % de Cu, con núcleos pequeños que contienen valores entre el 0,21 – 0,4 y 0,61 – 0,8 de tamaño no mayor a 150 m de largo por 50 de ancho. El mismo que esta bordeado por fajas periféricas que tienen valor de 0,21 – 0,4 % de Cu. Ya delimitando el yacimiento esta la franja azul que tiene valores de 0 – 0,2 % de Cobre.

Mientras que en el 1 tercio ubicado al norte de yacimiento la distribución del cuerpo de mineral es diferente se observa una franja de 100 m de ancho, con 0,41 – 0,6 % de Cu y el incremento del tamaño del cuerpo con valor del 0, 21 – 0,4 % de Cu y como último tenemos la franja que contienen valores entre 0 – 0.21 % de Cu los cuales están por debajo de la ley de corte.

En el corte horizontal a 850 m.s.n.m. (Ver anexo 59), guardamos la misma línea de perfil SWNE 55 hasta la 140 que corresponde la zona sur del yacimiento como punto de referencia, se observó un núcleo que va desde el perfil SWNE 85 al 100, (ver anexos 52, 53 y 54); que tiene valor de 0 – 0.2 % de Cu, que aproximadamente mide 500 m de ancho por 300 m de largo, hacia la periferia incrementa el valor del mineral a 0.21 – 0.4 de color verde, el mismo que esta bordeado por 2 franjas de color naranja que tiene de 0.41 – 0.6 % de Cu, las que están ubicadas al sur-oriente que más o menos mide 100 m y la del sur-este que mide entre 100 m y 250 m de ancho, las mismas que están bordeadas por franjas de menor valor de Cobre lo que delimita el yacimiento de Mirador Norte.

A esta profundidad la parte centro-norte del depósito que cubre 1 tercio del mismo, presenta una franja angosta entre 150m a 200 m de ancho que es de valor importante de Cobre entre 0.41 – 0.6 %, que hacia los extremos disminuye a 0.21 – 0.4 % pero se incrementa hacia la superficie de 300 m hasta 500 m el cual esta bordeado por la última zona que valor de 0 - 0.2 % de cobre el cual nos demuestra que ya estamos fuera del cuerpo mineral.

El cuerpo de mineral del yacimiento Mirador Norte presenta como un sólido desde la profundidad hasta la superficie en franjas hacia el centro el valor alto de Cobre, con un núcleo en la zona norte – oriente de diámetro grande a profundidad y disminuye al acercarse a la superficie, el cuerpo continua hacia el sur pero se demuestra que a profundidad existe un núcleo de baja ley que avanza unos 80 m ya que pasados los 100 m tenemos una capa aproximadamente de 50 m que contiene un valor alto en Cobre.

E. CARACTERIZACIÓN DEL MODELO ESTRUCTURAL.

a. Descripción estructural de la zona de estudio.

El modelo estructural que se ha elaborado para Mirador Norte, tomo como referencia la información de las estructuras de brecha tectónica y fallas que se describen en las hojas de logeo para todos los pozos que aparecen en los perfiles SWNE.

Con esta información se interpretaron en las secciones las estructuras principales más representativas y que pueden ser correlacionadas de un pozo al otro. Posteriormente estas estructuras se proyectaron a superficie para poder establecer relación con los otros parámetros geológicos.

Desde el sur al norte del depósito se revisaron los perfiles SWNE 140 a 110, espaciados aproximadamente a 70 m. Las estructuras principales que se diferencian en los perfiles se han denominado p1, p2 y p3, a estas se asocian estructuras secundarias que guardan la misma tendencia.

En los perfiles SWNE 140 a 110, las estructuras p1 y p2 y las discontinuidades asociadas ocupan la zona central y oriental del mismo. Ambas se inclinan hacia el NE con ángulos

entre 45 y 70 (p1) y 60 a 80 (p2), mientras la estructuras p3 y otras asociadas aparece al extremo occidental de estas secciones con ángulos variables entre 60 y 80 grados. Las estructuras antes señaladas desplazan los pórfidos interceptados en estas secciones y se orientan en el mismo sentido de los cuerpos subvolcánicos.

Continuando al norte con los perfiles (SWNE 100, 90 y 85) que comprenden una distancia aproximada de 200 m, se observa que las estructuras p1, p2 y p3 están afectadas por una estructura transversal (A) que las corta a diferentes profundidades y causa el desplazamiento de las mismas. La traza de la discontinuidad transversal en el perfil SWNE 100 se ubica a 720 m de altura y la misma estructura en el perfil, SWNE 85, más al norte, aproximadamente a 880 m existiendo un desnivel aproximado de 160m. Por lo anterior podemos decir que la falla transversal (A) corta al sistema con un ángulo entre 36 a 40 grados con buzamiento de norte a sur.

Atravesando la falla transversal y desde el perfil SWNE 75 hasta el SWNE 30, continúan las estructuras principales con desplazamiento hacia el este y con un mayor ángulo. Se nota que las fallas p1 y p2 van estrechándose y siguen la tendencia hacia el NW.

Por otra parte la falla p3 ubicada al occidente tiende a distanciarse de la p1 también en el sentido anterior y la acompañan otras estructuras secundarias. Las estructuras anteriores tienden a desaparecer o son poco desarrolladas pasando el perfil SWNE 30 esto coincide con la presencia de otra estructura transversal al depósito que se corta en las secciones SWNE 25, 20, 15 y 10. Esta se bifurca hacia el este y en el perfil SWNE 25 se ubica a una altura de 900 m y en el SWNE 10 a 700 m con un desnivel de 200 m. La distancia entre las secciones extremas es de 250 m aproximadamente por lo que la estructura tendría una inclinación de 37 a 40 grados con buzamiento de sur a norte.

b. Relación del modelo estructural con la mineralización.

Las estructuras principales (p1, p2 y p3) que se han definido en base a la interpretación de los perfiles y se representa en el plano (línea roja entrecortada), corren a lo largo del depósito con una orientación NWSE es decir con la misma tendencia de los pórfidos

considerados como tempranos que en su mayoría son cuerpos tabulares y alargados. Lo anterior nos hace pensar que estas estructuras que muchas veces limitan los cuerpos, han facilitado el ascenso de los pórfidos y los fluidos asociados con la mineralización y se han reactivado tardíamente desplazando los pórfidos.

Es decir, la tectónica se ha mantenido activa durante los eventos de mineralización, de tal manera que el estilo más importante de mineralización corresponde a vetillas, principalmente, micro-vetillas, vetillas de cuarzo con sulfuros, a veces vetillas con molibdeno, etc. Relacionadas en gran parte a diaclasas, los datos estructurales de las vetillas en el depósito son $20^{\circ}/5^{\circ}$ y $330^{\circ}/85^{\circ}$.

Cabe destacar que el sistema estructural que controla los pórfidos en mirador norte es diferente del que se presenta en mirador central donde los pórfidos tempranos se orientan con tendencias principales N-S y N-NE de ahí que también se habla de otra generación de pórfidos tempranos en mirador norte.

Los 2 pórfidos de mayor tamaño y que se ubican en los extremos de la parte norte del depósito, también guardan una orientación SENW pero son estructuras secundarias (líneas negras entrecortadas) las que cruzan estos cuerpos tal vez con un control estructural durante la intrusión.

Las estructuras asociadas a la intrusión de los cuerpos subvolcánicos podrían haberse reactivado por los desplazamientos que presentan los pórfidos. El pórfido que se ubica hacia el centro sur del sistema y coincide con el núcleo de baja ley está limitado por fallas principales SWNE que han favorecido su intrusión y de igual manera que los 2 pórfidos anteriores presentan variaciones texturales y levemente mineralógicas que podría pensarse corresponden a eventos más diferenciados y tardíos en relación a los pórfidos tempranos mencionados en un inicio, aunque como hemos dicho su aspecto textural más obedece a la receptividad de los fluidos de alteración y mineralización..

Una estructura transversal que cruza el sector centro sur del depósito con orientación SWNE se pudo interpretar en base a 3 secciones (SWNE 100, 90 y 85) donde aparece

cortando las estructuras principales longitudinales y también desplazando los pórfidos, se la considera una estructura más tardía que ha levantado la porción del depósito por el límite norte de la zona baja en cobre correspondiendo a una falla inversa con una inclinación que varía de 36 a 40 grados hacia el sur y ha dejado expuesta la parte profunda y de baja ley del sistema porfídico por la erosión de los niveles superiores con mayor ley de cobre.

Otra estructura transversal de menor longitud pero con la misma tendencia que la anterior SWNE, se ubica al norte del depósito y se comporta como una falla gravitacional con menor desplazamiento vertical que la anterior, buza hacia el norte con un ángulo de 38 a 40 grados y desplaza fallas secundarias hacia el oeste y los pórfidos del sector. Esta falla también es tardía y no tiene ningún control estructural con respecto a la mineralización.

F. ESTUDIO PETROGRÁFICO.

Durante la revisión de pórfidos en los núcleos de perforación se estableció visualmente una variación en aspectos texturales, relación matriz o fenocristales, tamaño o cantidad de ojos de cuarzo e hornblenda y la alineación de éstos últimos. Por lo anterior y a fin de determinar si han ocurrido varias intrusiones de pórfido en el sistema se tomaron muestras representativas de los aspectos antes mencionados para enviar a laboratorio para su análisis petrográfico en la EPN²³. Sus principales resultados son los siguientes:

²³ Escuela Politécnica Nacional.

Cuadro 6. Abreviaciones usadas en las microfotografías.

Código	Mineral
bio	biotita
calc	calcedonia
cc	calcita
clor	clorita
czo	cuarzo
czo rxl	cuarzo recristalizado
fsto	feldespato
fsto alt	feldespato alterado
hda	hornblenda
micr	microclina
msc	muscovita
op	ópalo
opc	opacos
or	ortoclasa
plag	plagioclasa
serc	sericita

Fuente: Informe de laboratorio EPN

a. **Muestra del sondeaje MN- 125 PROF. 217m.**

Textura: Pórfido-fanerítica,

Cuadro 7. Minerales presentes en la muestra MN - 125.

Minerales	% estimado
Fenocristales	
feldespatos	43
cuarzo	3
hornblenda	1
Matriz	
cuarzo	19
feldespato	2
Secundarios	
clorita	10
sericita	5
calcita	2
arcilla	2
adularia	3
epidota	1

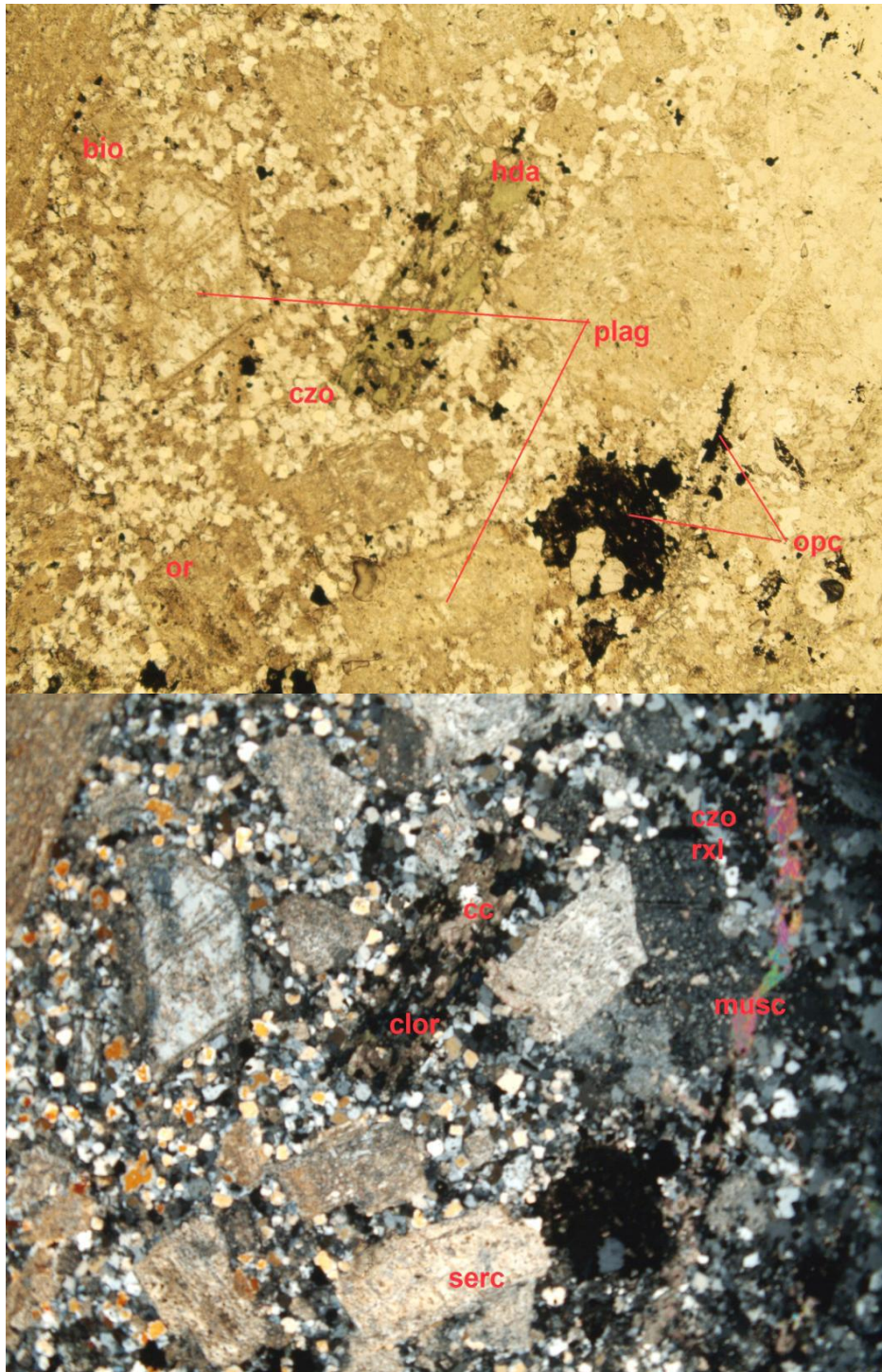
Fuente: Informe de laboratorio EPN.

Alteración: Feldespatos de Albita – Oligoclasa remplazados por: sericita y arcilla.

Cuarzo: Cristales granulares con bordes parcialmente recrystalizados. Hornblendas: Prismáticos euhedrales, remplazados por clorita principalmente. Se destaca sericitización, argilitización y cloritización.

Tipo de roca: granodiorita “Porfirítica” con alteración mesotermal.

Fotografía 9. Sección delgada MN - 125 Prof. 217m, en Microscopio OLYMPUSBX51
- sin nícoles y con nícoles (Ocular 10x, Objetivo 2,5x/0.08), Vista general.



Fuente: Informe de laboratorio EPN.

b. Muestra del sondeaje: MN- 84 PROF. 197 m.

Textura: Porfirítica, fenocristales prismáticos.

Cuadro 8. Minerales presentes en la muestra MN - 84.

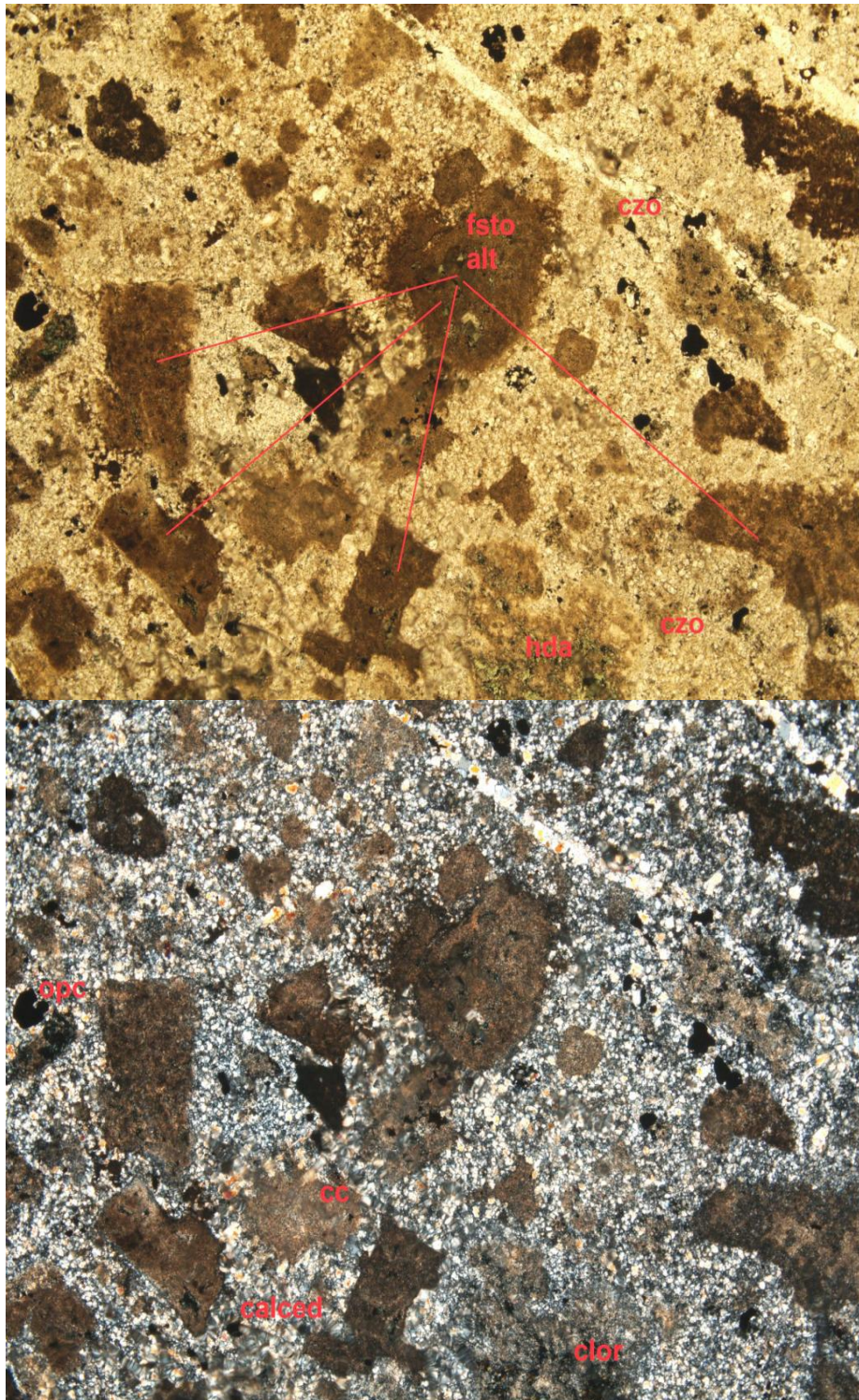
Minerales	% estimado
Fenocristales	
Feldespatos	8
Hornblenda	5
Cuarzo	8
Muscovita	1
Opacos	5
Matriz	
Cuarzo	47
Calcita	3
Opacos	4
Secundarios	
Arcillas	5
Sílice	5
Clorita	5
Calcita	2

Fuente: informe de laboratorio EPN.

Alteración: Feldespatos, Cristales prismáticos, muy borrosos, totalmente reemplazados por la alteración a arcilla y sericita. Hornblenda: poco residuo, por estar completamente alterados a clorita. Cuarzo: formando agregados y rellenando vetillas con cuarzo recristalizado.

Tipo de roca: “Dacita” silicificada y argilizada (mineralización diseminada y en vetas paralelas).

Fotografía 10. Sección delgada MN - 84 prof. 197 m, en Microscopio OLYMPUSBX51 - sin nicoles y con nicoles (Ocular 10x, Objetivo 2,5x /0.08). Vista general.



Fuente: Informe de laboratorio ENP.

c. **Muestra del sondaje: MN- 66 PROF, 42 m.**

Textura: Inequigranular, por lo que es aparentemente Porfirítica.

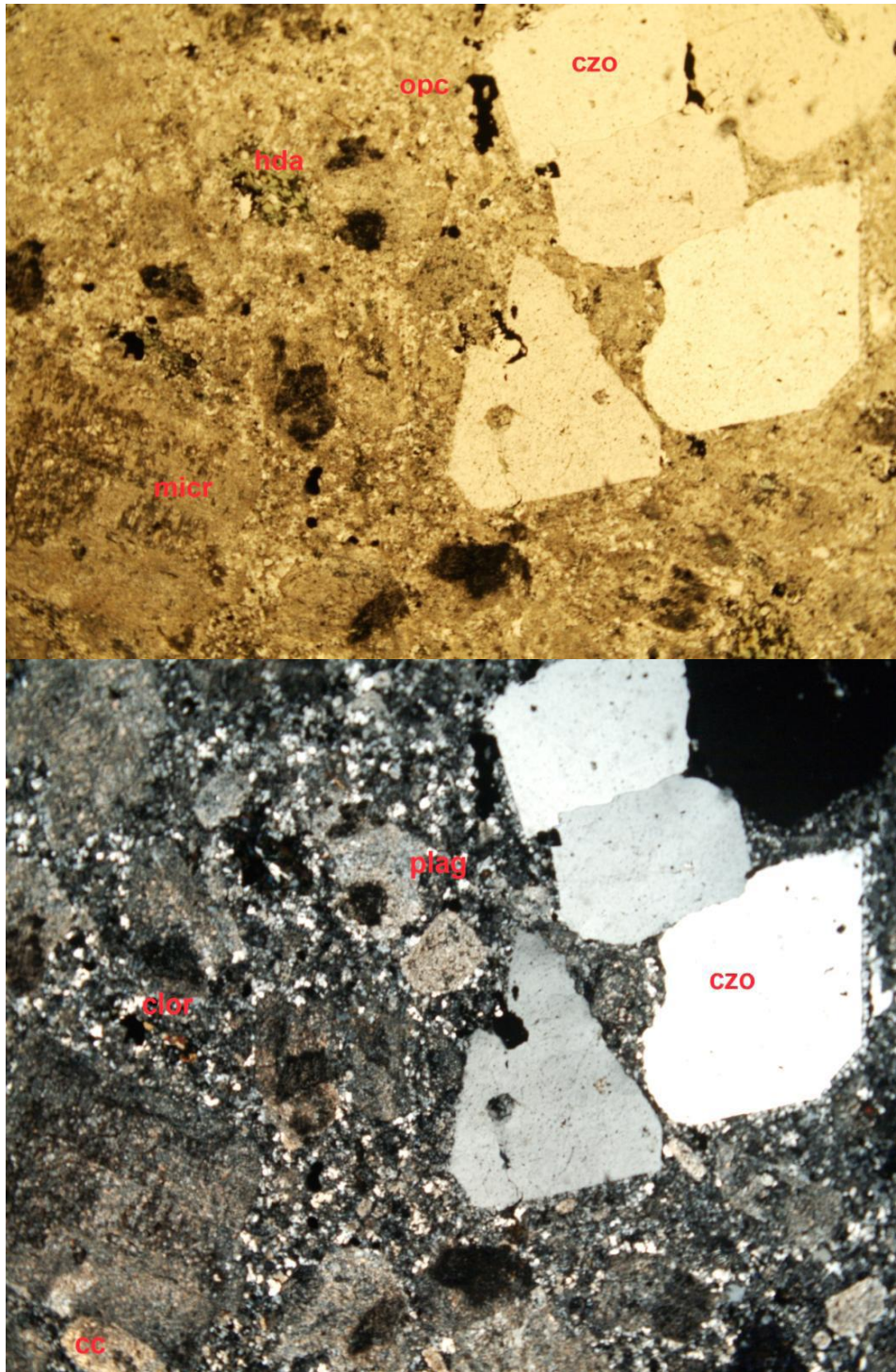
Cuadro 9. Minerales presentes en la muestra MN - 66.

Minerales	% estimado
Fenocristales	
Cuarzo	23
Plagioclasa	17
Feldespatos de k	10
Hornblenda	4
Opacos	5
Biotita	1
Matriz	
Cuarzo	12
Opacos	3
Feldespatos	5
Secundarios	
Sericita	5
Clorita	5
Cuarzo	3
Epidota	1
Arcillas	4

Fuente: informe de laboratorio de ENP.

Alteración: Cuarzo; presentan recristalización especialmente en los bordes. Plagioclasa: poco residuo, gran parte está argilizada. Feldespato de k: con huellas de macla, están sericitizados y argilizados. Hornblenda: poco residuo, con alteración clorítica. Biotita: Escamas alteradas (cloritizadas) poco residuo, color pardo pálido. Epidota: alteración de máficos. Tipo de roca: granito alterado y diaclasado.

Fotografía 11. Sección delgada MN - 66 prof. 42m, en Microscopio OLYMPUSBX51 - sin nícoles y con nícoles (Ocular 10x, Objetivo 2,5X/0.08). Vista general.



Fuente: Informe de laboratorio EPN.

d. **Muestra del sondeaje: MN- 18 PROF. 127 m.**

Textura: Hipidiomórfica granular.

Cuadro 10. Minerales presentes en la muestra MN - 18.

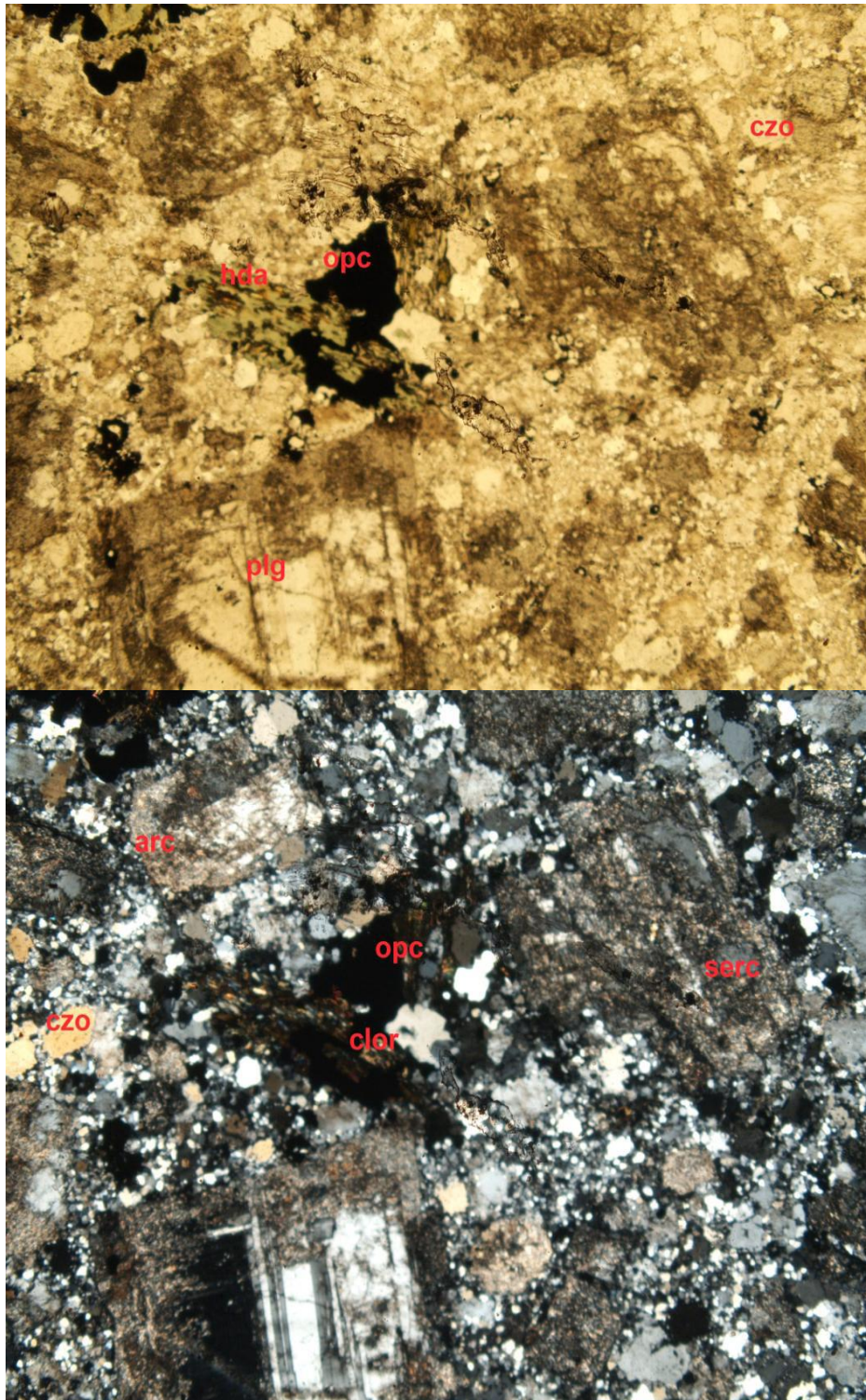
Minerales	% estimado
Fenocristales	
Cuarzo	36
Feldespatos	28
Opacos	8
Hornblenda	5
Biotita	1
Matriz	
Cuarzo	11
Feldespatos	1
Opacos	1
Muscovita	trazas
Secundarios	
Arcillas	2
Sericita	trazas
Cuarzo	2

Fuente: informe de laboratorio de ENP.

Alteración: Cuarzo: formando agregados, parcialmente recrystalizados, Feldespatos: alterados, de composición Oligoclasa. Hornblenda: Cristales subhedrales verdes, alterada, está siendo reemplazada por biotita.

Tipo de roca: cuarzodiorita migmatizada.

Fotografía 12. Sección delgada MN - 18 prof. 102.7 m, en Microscopio OLYMPUSBX51
- sin nícoles, y con nícoles (Ocular 10x, Objetivo 2,5x/0.08). Vista general.



Fuente: informe de laboratorio EPN.

El estudio petrográfico nos demuestra que las rocas son más diferenciadas en relación con el depósito Mirador Central, presenta mayor contenido de cuarzo por lo mismo que se los agruparía petrográficamente como pórfido granodiorítico (dacita) hasta pórfidos graníticos todas las muestras MN 66, MN125, MN 63 y MN84, demuestran esta explicación.

Una muestra petrográfica reporta en el sondaje MN18 como pórfido cuarzo diorítico que presenta parcialmente alteración potásica con estilo disseminado que se lo relaciona al pórfido temprano y las demás muestras presentan una variación textural que posiblemente sea por efecto de alteración, la tectónica activa del yacimiento y su ambiente de formación dentro de los cuerpos tabulares.

G. RELACIÓN CON EL SISTEMA MAGMATO-HIDROTHERMAL DE MIRADOR CENTRAL.

Todos los sistemas magmato-hidrotermales que han sido estudiados por Ecuacorriente. S.A se ubican en el denominado “Cinturón de Cu-Au de Zamora”, que se extiende hacia el Norte de Mirador Central y Mirador Norte, (Proyectos de cobre San Carlos y Panantza) y hacia el Sur incluye el proyecto aurífero de Fruta del Norte y puede llegar hasta el Perú.

Estructuras de tendencia N-S más profundas son coincidentes con el lineamiento que tienen todos estos centros hidrotermales dentro del cinturón y posiblemente controlan el ascenso de cuerpos intrusivos y sus fluidos mineralizantes asociados. Estructuras de orientación NW-SE también juegan un papel importante en el emplazamiento, por la ocurrencia en pareja en ese sentido de los depósitos de Cobre porfídico antes señaladas. Por lo que se considera que Mirador Norte como Mirador Central comparte el mismo marco estructural que controla localmente la evolución de ambos sistemas magmato – hidrotermales.

A pesar de lo anterior, las intrusiones porfídicas asociadas a los primeros pulsos que causaron la alteración y mineralización temprana son diferentes en ambos sistemas. Por un lado Mirador Central corresponde a un pulso magmático más temprano con pórfidos dioríticos alineados N-S y NNE que generan zonación con un núcleo potásico rodeado de

halo propilítico, asociado con buena mineralización de Cu predominantemente diseminada, mientras Mirador Norte obedece a un pulso posterior donde los pórfidos tempranos son más diferenciados desde granodioríticas (Dacíticos) a porfidos graníticos y se emplazan con control estructural NW-SE produciendo fajas de alteración con biotita secundaria de débil a moderada alternándose con fajas netamente cloríticas muchas veces con epidota y magnetita, pero que no controla la mineralización que en un principio fue diseminada y cambio a un dominio de vetillas finas (relleno de diaclasa). El control estructural en la mineralización es más fuerte al SE de Mirador Norte, donde en una última etapa los sulfuros (Py – Cpy) rellenan fracturas conjuntamente con cuarzo recristalizado, a veces molibdeno y pirita cúbica.

Un tercer pulso magmático parece ocurrir en Mirador Central que aloja pórfidos tardíos riódacíticos en estructuras de orientación NE-SW. Lo anterior demuestra una diferenciación de los cuerpos intrusivos desde dioríticos hasta pórfidos graníticos.

Un aspecto que hay que resaltar es el carácter multifásico de Mirador Central que puede presentar hasta 4 generaciones de pórfidos y tal vez 3 de brechas hidrotermales. Mientras en Mirador Norte un solo evento de pórfido tal vez con pequeña variación petrográfica y textural en cantidad y tamaño de fenocristales como hornblenda y ojos de cuarzo, que puede obedecer a la mayor o menor influencia de los fluidos asociados a los procesos de alteración y mineralización. Las brechas hidrotermales están casi ausentes y las estructuras brechadas que se observan se relacionan a zonas de falla o cizalla desarrolladas a profundidad, (pseudotaquilitas).

H. DISCUSIÓN.

Para el presente estudio los parámetros tomados en consideración fueron: evento y estilo de mineralización, modelo de alteración, litología y estructuras, los mismos que han sido relacionados y comparados con el cuerpo de mineral, cuya forma, dimensiones y distribución de la ley de cobre se ha determinado en base a los perfiles que cruzan el depósito en sentido SWNE y secciones horizontales a 2 profundidades (750 y 850 m.s.n.m). Para realizar una mejor interpretación del control de la mineralización es

necesario superponer el modelo del cuerpo de mineral con los parámetros antes indicados y que se muestran en diferentes mapas.

Es importante primero identificar que han ocurrido 2 eventos principales de mineralización.

El primer evento se asocia con la intrusión de pórfidos tempranos que se alojan siguiendo el control estructural dominante en sentido NWSE del depósito, la parte central de éstas intrusiones coinciden con la zona de mayor ley de Cu, alojándose la mineralización también en la roca de caja en una primera fase en su mayoría en forma diseminada, principalmente en la parte centro-norte del cuerpo, posteriormente a consecuencia de un control estructural en la mineralización (diaclasamiento) cambiando a un estilo dominante de vetillas sobre diseminado en el resto del yacimiento.

El segundo evento de mineralización se ha sobreimpuesto al anterior en el extremo SE del depósito con típicas vetillas tardías que rellenan fracturas y demuestran un dominio estructural total de la mineralización, (ver anexo N° 60).

El modelo de alteración de Mirador Norte difiere mucho del modelo de Mirador Central, ya que este último presenta zonificación con un núcleo potásico con halo propilítico, lo que no ocurre en Mirador Norte, donde los pórfidos tempranos se intruyeron siguiendo un control estructural de tendencia NWSE, lo que da lugar a un modelo de alteración en fajas con la presencia zonas potásicas con biotita secundaria alternándose con fajas propilíticas de clorita y a veces epidota.

La distribución de cobre en el cuerpo de mineral no guarda relación con el modelo de alteración establecido en el depósito, debido a que las intrusiones tempranas (con control estructural NWSE) cargadas con pocos fluidos mineralizantes generaron principalmente fajas de alteración alternadas (biotita-clorita) y poca mineralización diseminada. Seguidamente como producto de una tectónica activa, el control estructural domina el emplazamiento principal de fluidos ricos en Cu y se desarrolla un estilo de mineralización en vetillas mucho mayor a diseminado que se distribuiría indistintamente en el depósito

cortando tanto zonas potásicas como propilíticas, guardando relación con el foco de mineralización, (ver anexos N° 61 y 62).

La intrusión de los pórfidos en Mirador Norte con tendencia NWSE guardan una relación con la orientación de las estructuras, estos cuerpos intrusivos ayudan a canalizar los fluidos mineralizantes que en un principio no fueron muy ricos pero la actividad tectónica activa que posee el depósito, muy seguidamente encaminan la mayor cantidad nuevos fluidos de mineral al sistema por ello se dice que la distribución y extensión del cuerpo de ley de Cu toma la misma tendencia alargada en el sentido de los pórfidos que están presentes en yacimiento. Aunque se piensa que existe una sola generación de pórfidos en Mirador Norte (en su mayoría de naturaleza intermedia a acida), éstos presentan variaciones de textura, alteración y mineralización, que puede atribuirse a la menor o mayor influencia de los fluidos mineralizantes cuya receptividad en las rocas varía dependiendo del control estructural que las afecta.

VI. CONCLUSIONES

- La tectónica activa asociada a estructuras NWSE han jugado un papel importante en el desarrollo del depósito, desde el emplazamiento de los pórfidos, la evolución del modelo de alteración, en los eventos de mineralización y en la forma y distribución del cuerpo de mineral.
- El factor estructural es determinante en el control de la mineralización, aunque inicialmente se presenta una fase débil de mineralización diseminada, la actividad tectónica continúa en una segunda fase de mineralización desarrolla un estilo en vetillas que incide notablemente en el cuerpo de mineral.
- La reactivación de estructuras secundarias transversales afectó el cuerpo de mineral. Por cuanto se identificó una falla inversa de orientación SWNE levantando el sector sur del depósito, que expuesta a la erosión muestra una zona de baja ley de Cu relacionado a la raíz del sistema con poco contenido del mismo.
- El sistema magmato-hidrotermal de Mirador Norte es diferente a Mirador, considerando la orientación de las estructuras que condicionan el emplazamiento de los pórfidos, evolución magmato-hidrotermal, naturaleza de los cuerpos intrusivos, distribución de los ensamblajes de alteración, estilo de mineralización y la distribución forma y contenido del cuerpo de mineral.
- El depósito Mirador Norte existen 2 eventos de mineralización, el primero con una fase inicial débil y diseminada, seguida por vetilleo temprano con control estructural. El segundo de vetillas tardías restringido al SE del depósito.
- Petrográficamente los cuerpos porfídicos en Mirador Norte varían desde composición granodiorítica (dacítica) hasta pórfidos graníticos a diferencia de los pórfidos tempranos de Mirador Central que son dioríticos, por lo que se estima se intruyeron posteriormente a éstos últimos.

- El cuerpo de mineral no guarda una estrecha relación con la alteración, indicaría que los pulsos de fluidos de alta temperatura que produce el ensamblaje potásico no fueron ricos en iones metálicos para formar calcopirita.
- Mirador Norte posiblemente está más erosionado que Mirador Central, la actividad tectónica constante en el primero puede explicar ésta diferencia.

VII. RECOMENDACIONES

- En base al estudio realizado, el conocimiento estructural del depósito es de gran importancia por lo que es necesario con la información de los logueos de los sondajes, mapeo de campo e imágenes satelitales, establecer más a fondo las características y distribución de los sistemas de estructuras que han ocurrido previo, durante y posterior a la evolución del sistema porfídico. Además esta información sería de mucha ayuda al momento de construcción y explotación del yacimiento.
- Para la fase de prefactibilidad y factibilidad en la campaña geotécnica durante la ejecución de las perforaciones se recomienda obtener núcleos orientados para establecer las condiciones estructurales de las discontinuidades y obtener modelos que ayuden a mejorar el conocimiento sobre la distribución y paragénesis de las vetillas.
- Aplicar los resultados obtenidos sobre modelo de alteración, estilos de mineralización, modelo estructural y cuerpo de mineral para orientar las futuras perforaciones de la exploración avanzada, así como para mejorar el conocimiento y reforzar estos criterios preliminares.

VIII. RESUMEN

La presente investigación Propone: análisis de los parámetros que controlan la mineralización en el yacimiento cuprífero Mirador Norte, es un pórfido de cobre ubicado en el sur oriente del Ecuador. Para definir el control de la mineralización en el yacimiento se consideró de importancia establecer aspectos geológicos: características de evento y estilo de mineralización, alteración, litología y estructuras. Para el efecto se revisó e interpreto toda la información de los núcleos de perforación de 140 sondajes, lográndose elaborar perfiles y mapas temáticos a diferentes profundidades del yacimiento que definieron la ocurrencia de al menos dos eventos de mineralización con estilos (diseminado y en vetillas). Generó un modelo de alteración atípico, con fajas potásicas y cloríticas de tendencia NWSE que coincide con el emplazamiento de los pórfidos, las zonas potásicas están más desarrolladas hacia el oeste del yacimiento, mientras las cloríticas cubren la mayor parte del depósito. En la litología, se diferenció un solo evento de pórfidos “tempranos” que petrográficamente reportaron una composición mineralógica que varía desde granodiorita (dacita) hasta granito, con variaciones texturales a consecuencia de los procesos de alteración. Se interpretó estructuras principales que corren paralelo al cuerpo de mineral en sentido NWSE, en menor proporción estructuras transversales a las anteriores, más tardías y sistemas de diaclasas y fracturas con tendencias principales 63/90 (1 temprano), 92/74 (2 intermedio), 95/60 (3 tardías). Para definir el control de la mineralización, los resultados de los parámetros antes descritos se compararon con la distribución de la mayor o menor presencia de la ley de cobre en el yacimiento. El emplazamiento de los pórfidos tempranos asociados a los fluidos mineralizantes tienen una tendencia similar a las estructuras principales (NWSE), el desarrollo de fajas de alteración que demuestran la misma tendencia y el evidente dominio de un estilo de mineralización en vetillas (estructural) en varias fases, pone de manifiesto que el factor tectónico o estructural ha sido continuo y decisivo en la evolución de los procesos geológicos que determinaron la distribución del mineral de cobre.

IX. SUMMARY

The Mirador Norte project is a porphyry copper deposit located southeast of Ecuador, Tundayme parish, el Pangui canton, and province of Zamora-Chinchipe. This project and Mirador Project will begin the new industrial copper mining in our country.

At the time the deposit has been delimited on the basis of advanced exploration. A short term later phase of infill drilling is considered, so a deepening knowledge of the geological model and resource estimation can be obtained from new drilling works.

Events and styles mineralization, alteration, lithology and main structures, were considered of high importance to define the control of mineralization in the deposit. For this purpose all information existing on drill log files and core drilling from 140 boreholes was reviewed and interpreted to elaborate profiles and thematic maps at various levels that defined at the first time the presence of at least two main mineralization events with distinctive styles (disseminated and veinlets).

An uncommon alteration model corresponds to an alternation of potassic and propylitic (cloritic) bands with an NWSE tendency that coincides with porphyritic bodies emplacement, potassic areas are more developed towards the west, meanwhile cloritic ones are all over the System. There was a single sub-volcanic intrusion event called the early porphyry that petrographically reported a mineralogical composition ranging from granodiorite (dacite) to granite, textural variations by hydrothermal alteration processes may occur. As for the structural parameter, some main NWSE tendency structures were interpreted to run parallel to the ore body and displaced by less important late transverse structures. The parameters described above are related to the presence of copper grade and its distribution in the deposit, to define mineralization control.

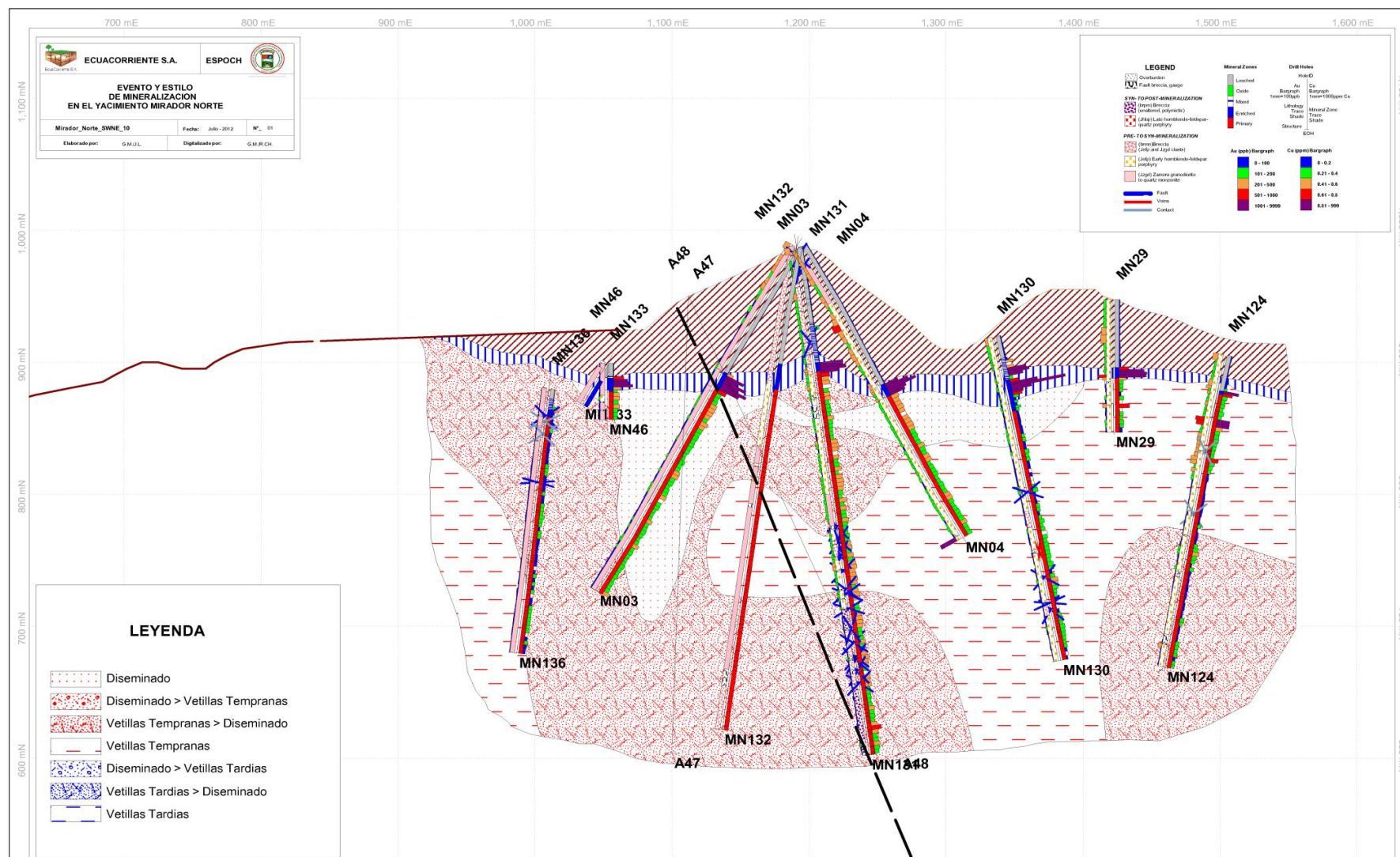
The fact that the emplacement of the early porphyries with mineralizing fluids have a similar trend to the main structures (NWSE), the development of alteration like strips or bands with the same trend and the apparent dominance of one style of mineralization in veinlets (structural) in 2 phases, evidence there was an constant and decisive tectonic factor during geological processes and thus on the occurrence and distribution of the copper mineral.

X. BIBLIOGRAFÍA

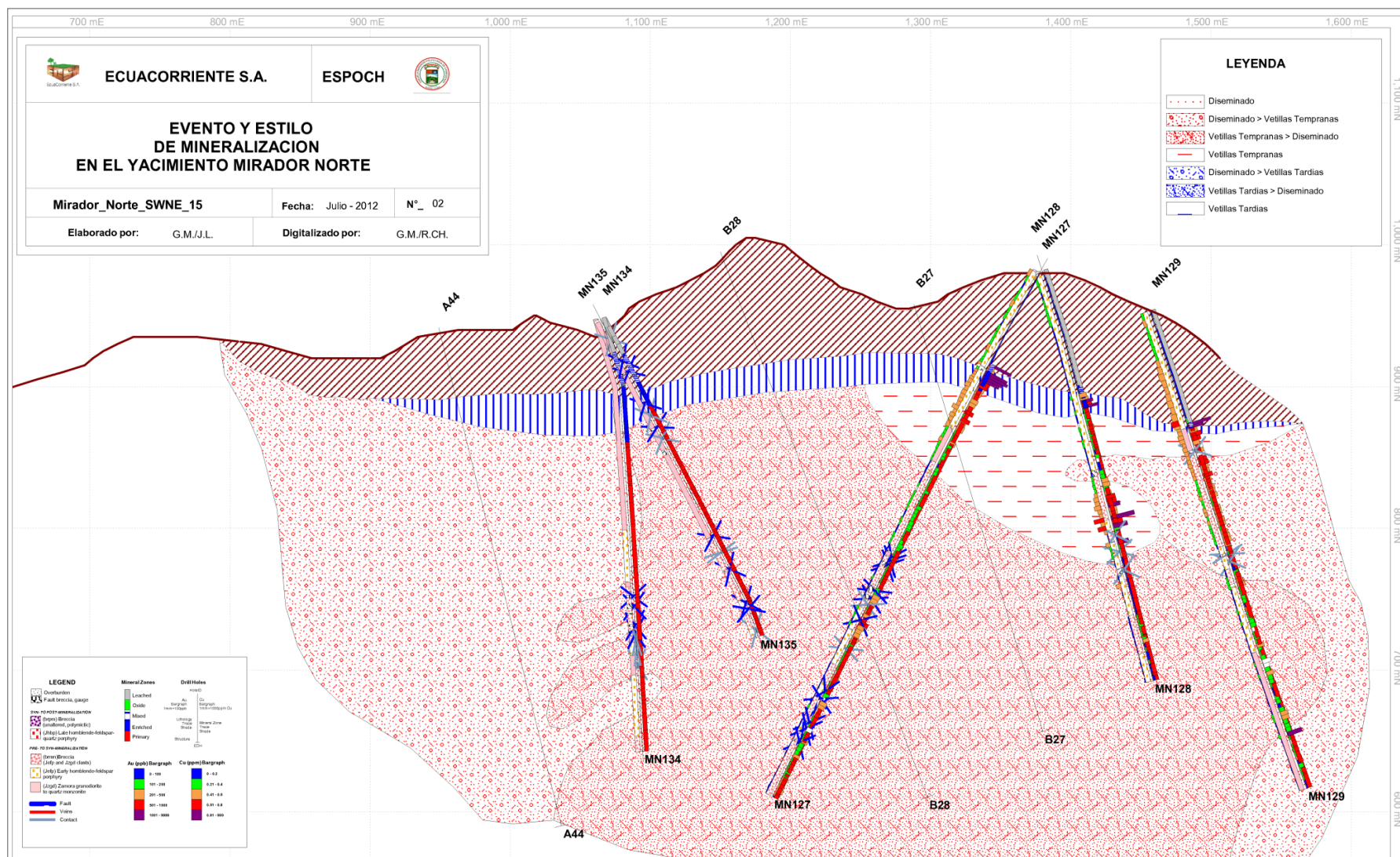
1. PALADINES, Agustín Y SOTO, John. (2010). Geología y yacimientos minerales del Ecuador. Historia del desarrollo geológico del Ecuador. Loja: Ed. UTPL. 120. p.
2. DUQUE, Pablo. (2000). Breve léxico estratigráfico del Ecuador. Oriente Ecuatoriano. Quito: Ed. PRODEMINCA. 36. p.
3. LINDSAY, Darryl. (2010). Estudio de impacto ambiental para la fase de explotación a cielo abierto del proyecto minero de cobre Mirador. Campamento Mirador: Ed. Ecsa. 168. p.
4. VILLAVICENCIO, Jaime. (2011). Informe anual de la caracterización meteorología y de calidad y cantidad del recurso hídrico para la zona del proyecto minero Mirador y Mirador Norte. Zamora Chinchipe: Ed. Ecsa. 06. p.
5. DROBE, John. (2007). Mirador y Mirador Norte proyectos. Zamora Chinchipe: Ed. Ecsa. 16. p.
6. CAMUS, Francisco. (2005). Geología de los sistemas porfídicos de los andes de Chile. Chile: CODELCO y SERNAGEOMIN. 87. p.
7. OYARZÚN, Jorge. (2009). Léxico de geología Económica. Chile: Ed. Universidad de la Serena. 07. p.
8. LINDSAY, Darryl y LEON, Juan. (2010). Proyecto Mirador y Mirador Norte. Zamora Chinchipe: Ed. Ecsa. 25. p.

XI. ANEXOS

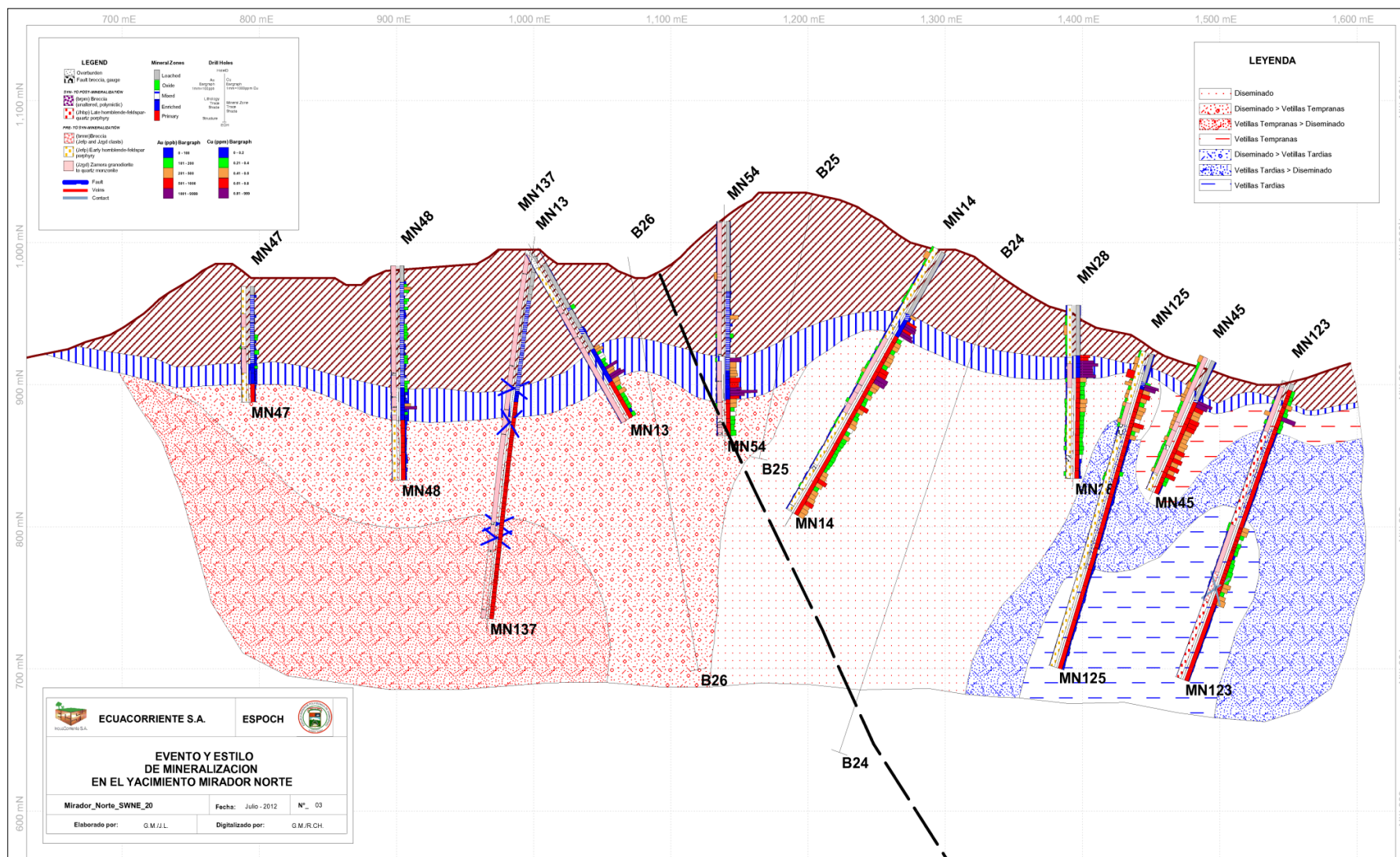
Anexo 1. Sección SWNE - 10, evento y estilo de mineralización.



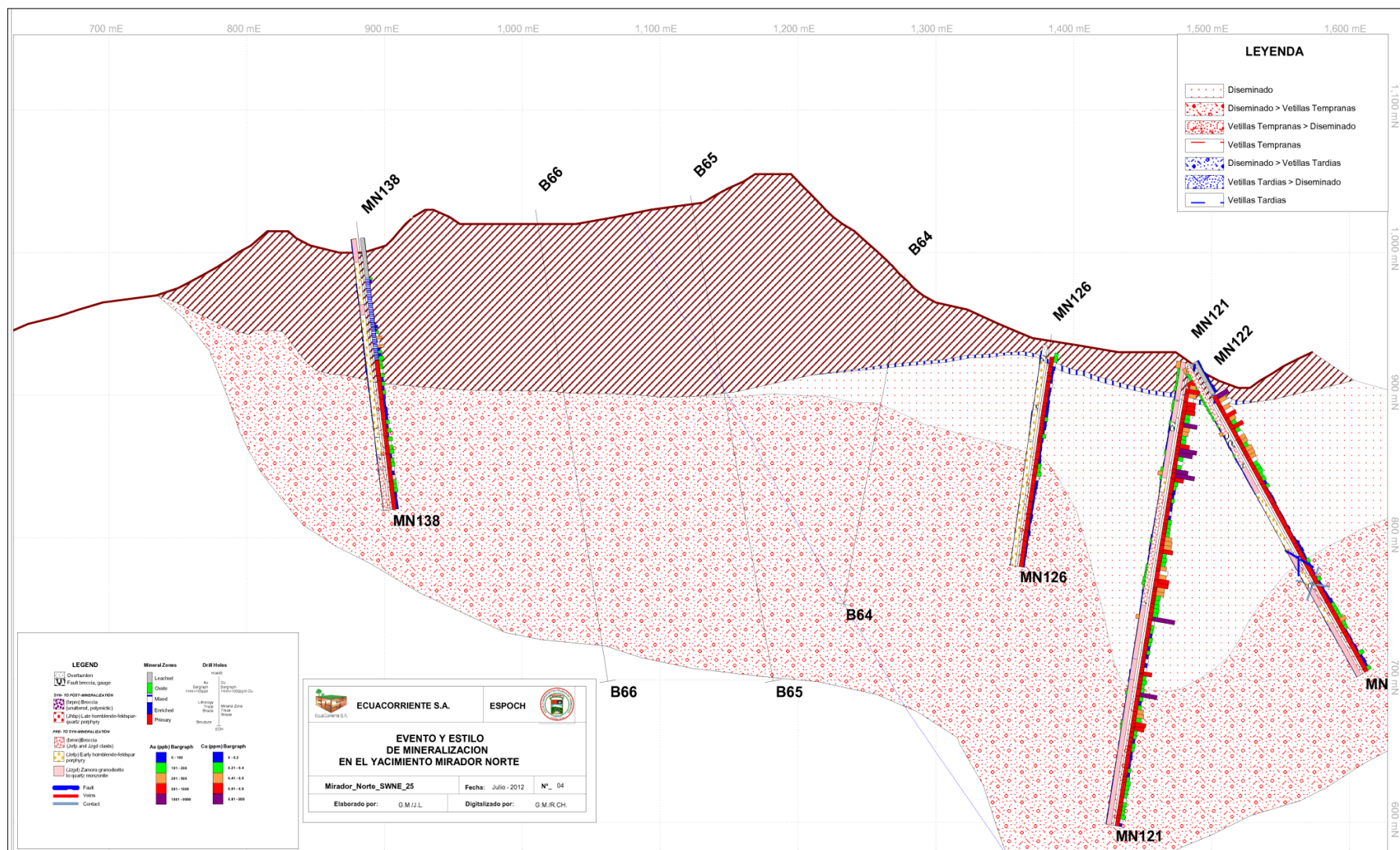
Anexo 2. Sección SWNE 15, evento y estilo de mineralización.



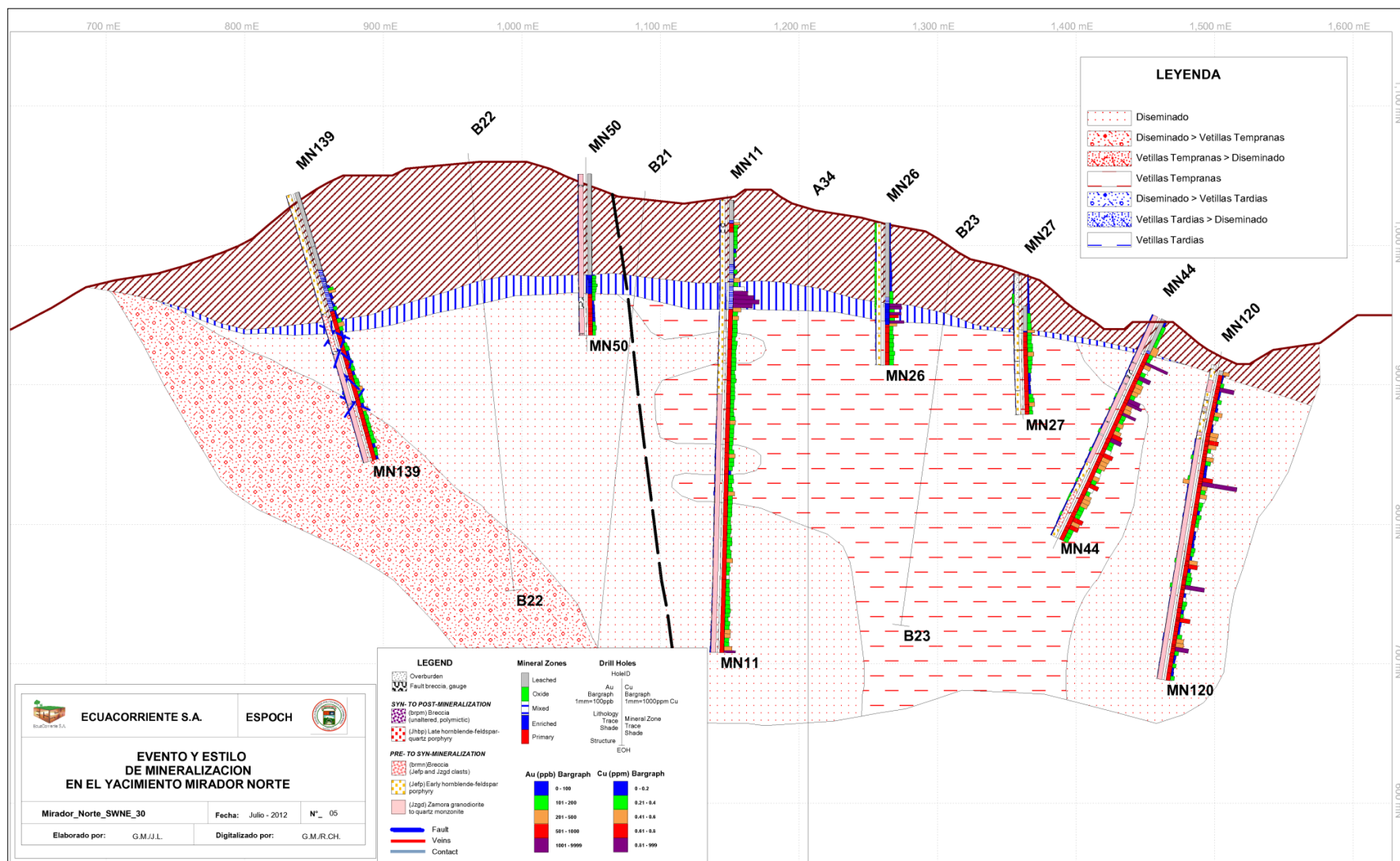
Anexo 3. Sección SWNE - 20, evento y estilo de mineralización.



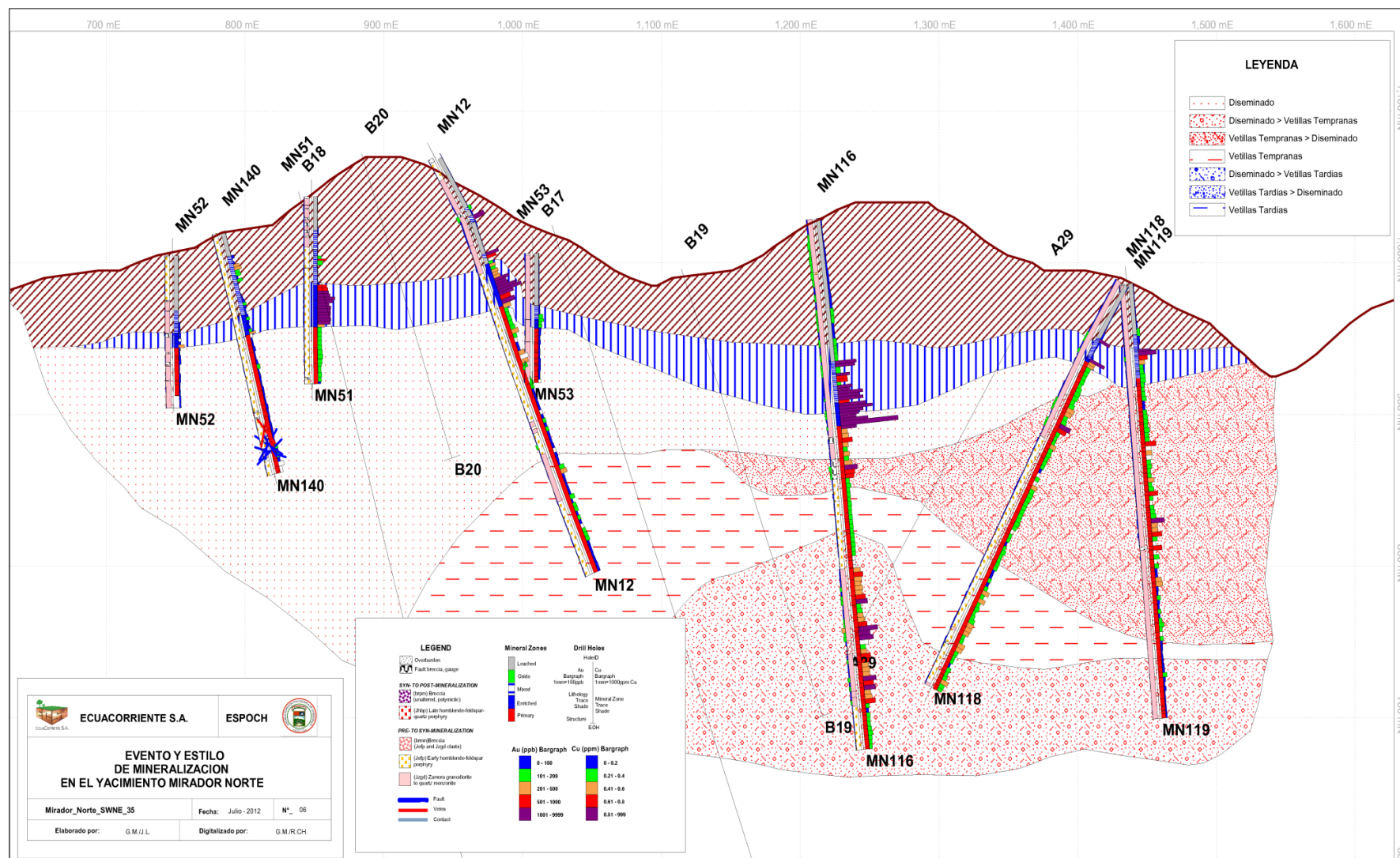
Anexo 4. Sección SWNE - 25, evento y estilo de mineralización.



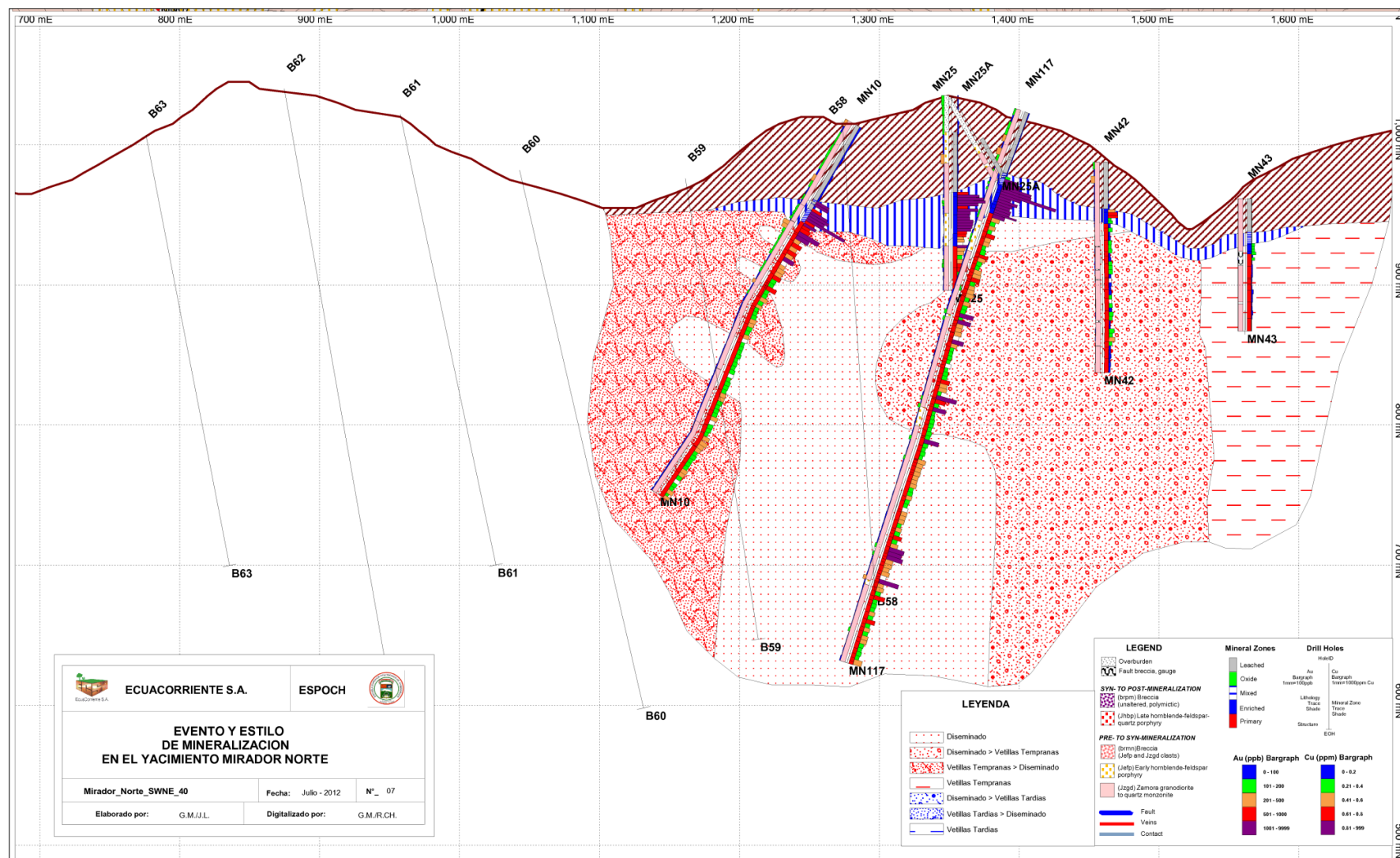
Anexo 5. Sección SWNE - 30, evento y estilo de mineralización.



Anexo 6. Sección SWNE - 35, evento y estilo de mineralización.



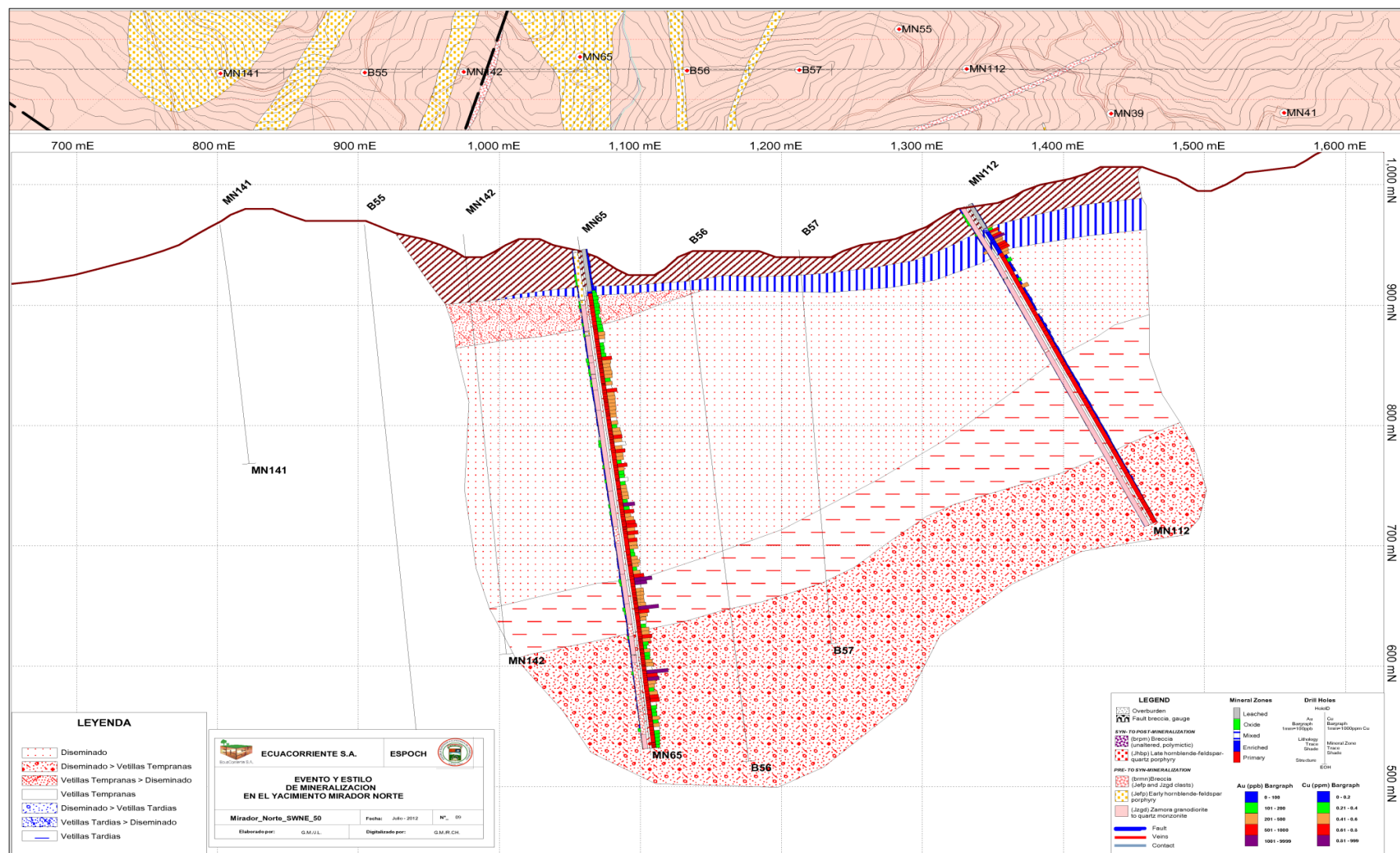
Anexo 7. Sección SWNE - 40, evento y estilo de mineralización.



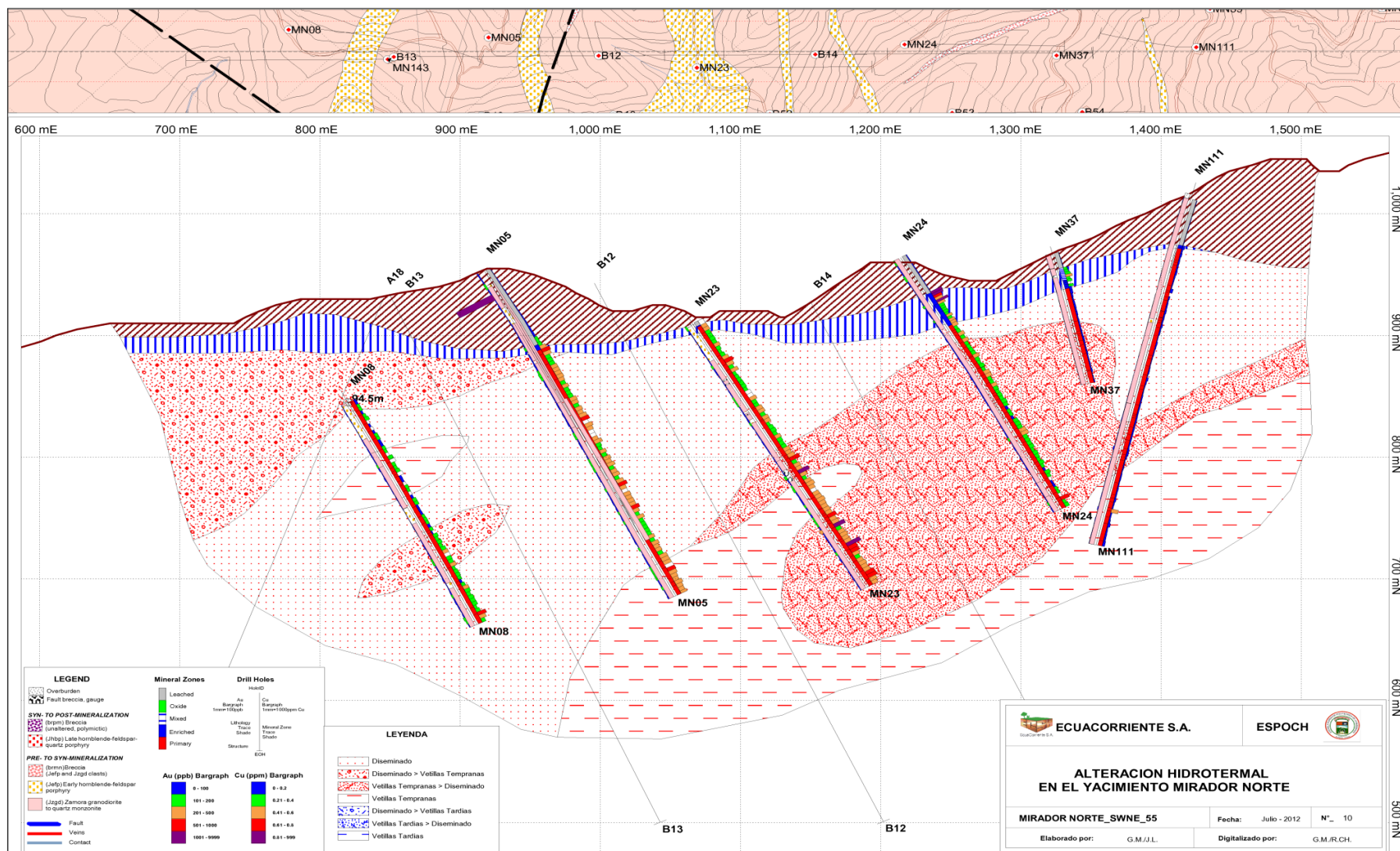
<p>etillas Tempranas > Diseminado</p> <p>etillas Tempranas</p>	<p>MN 1</p>
---	-------------



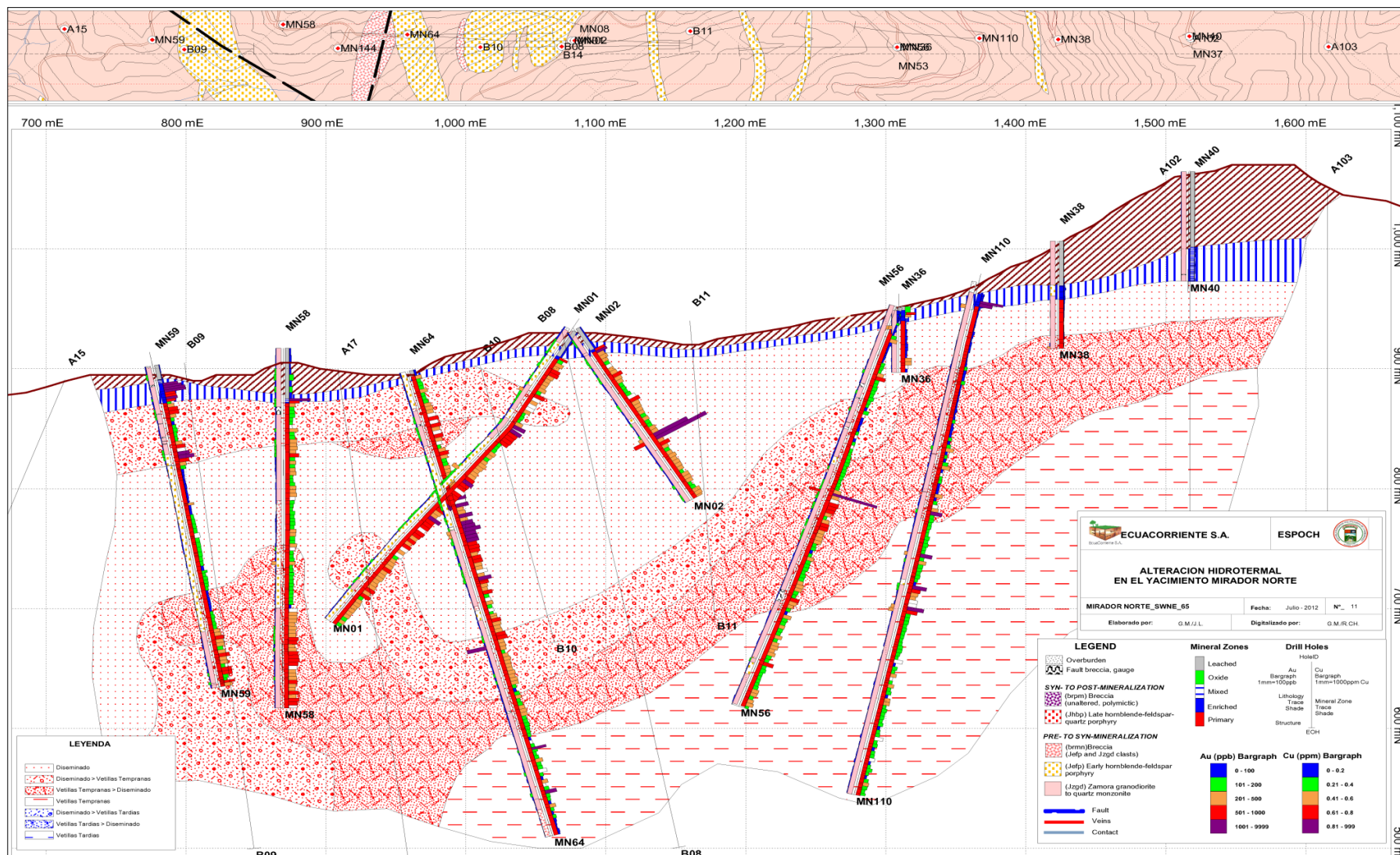
Anexo 9. Sección SWNE - 50, evento y estilo de mineralización.

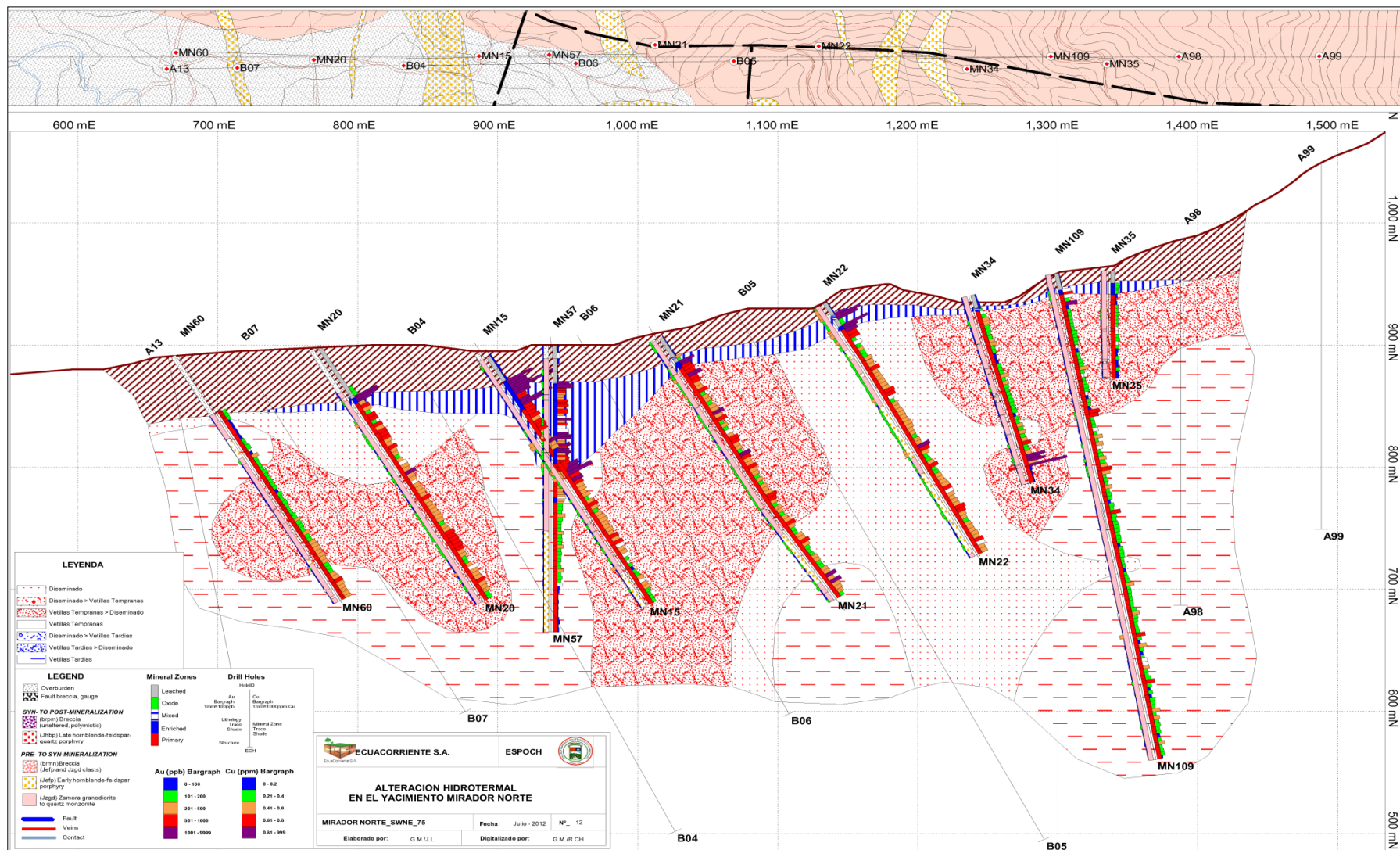


Anexo 10. Sección SWNE 55 - evento y estilo de mineralización.

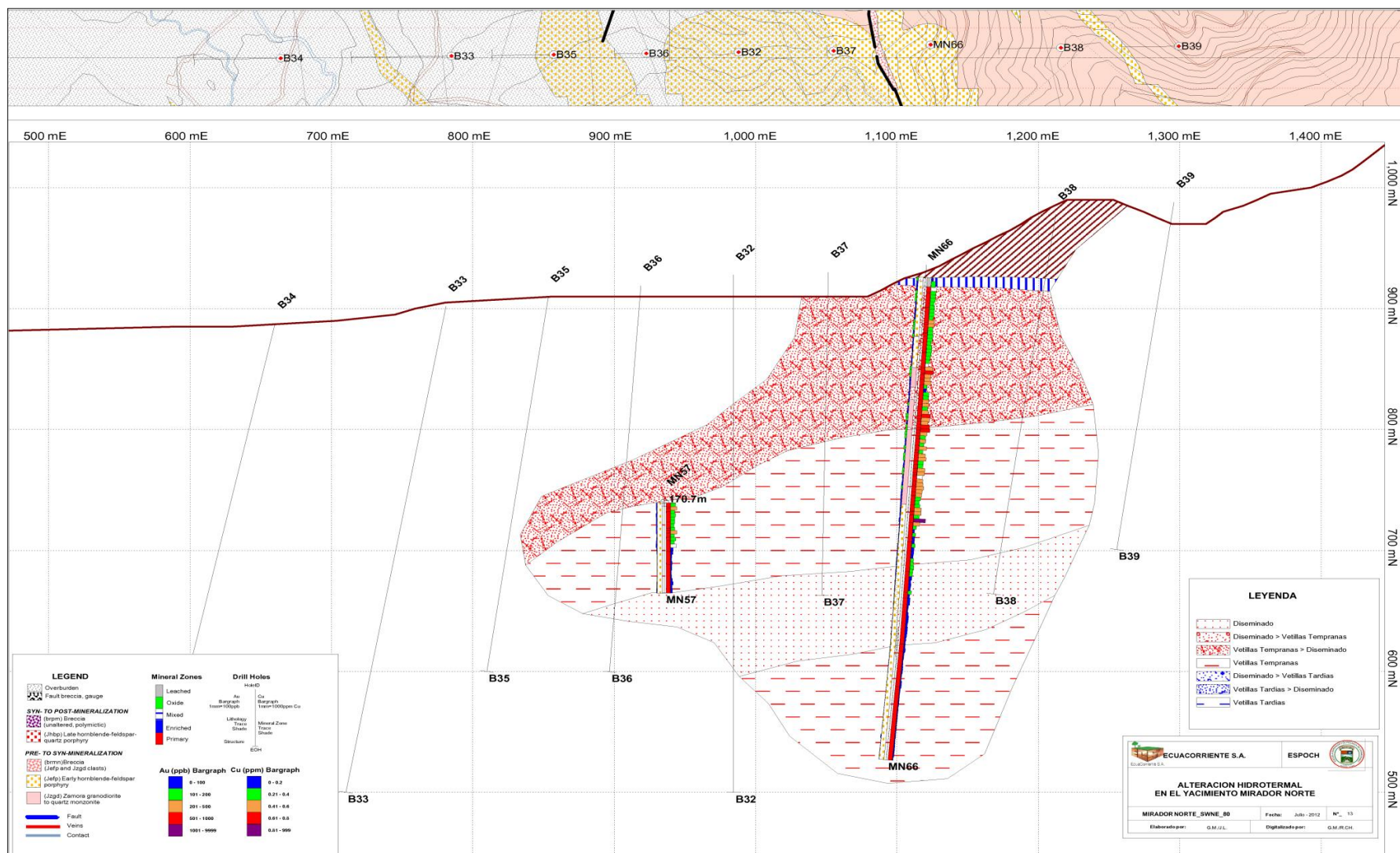


Anexo 11. Sección SWNE - 65, evento y estilo de mineralización.

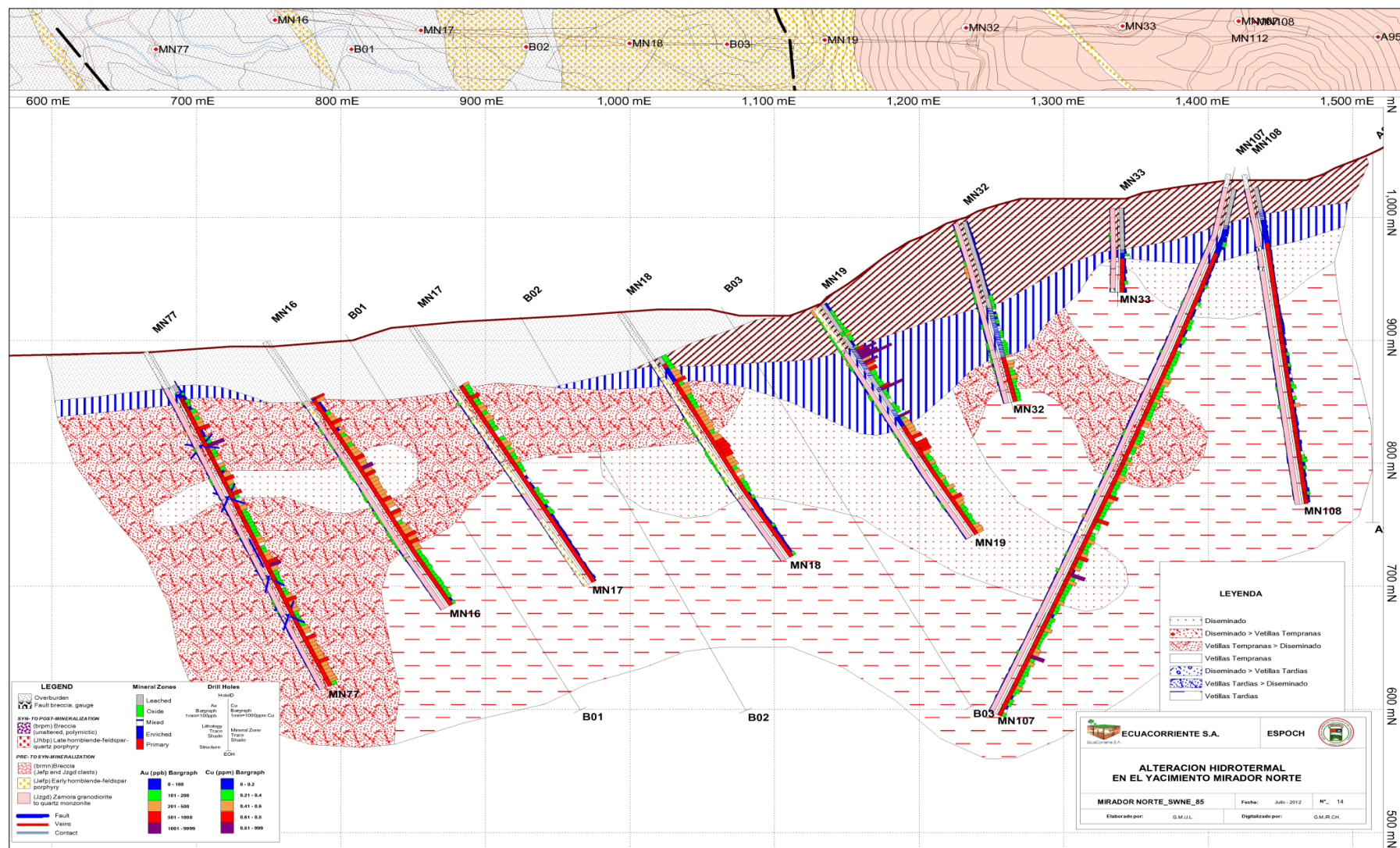




Anexo 13. Sección SWNE - 80, evento y estilo de mineralización.



Anexo 14. Sección SWNE - 85, evento y estilo de mineralización.



Legend (Zajd classes)

Au (ppb) Barygraph

0 - 100
101 - 200

Cu (ppm) Barygraph

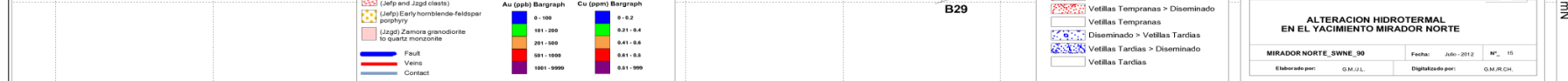
0 - 0.2
0.21 - 0.4

B29

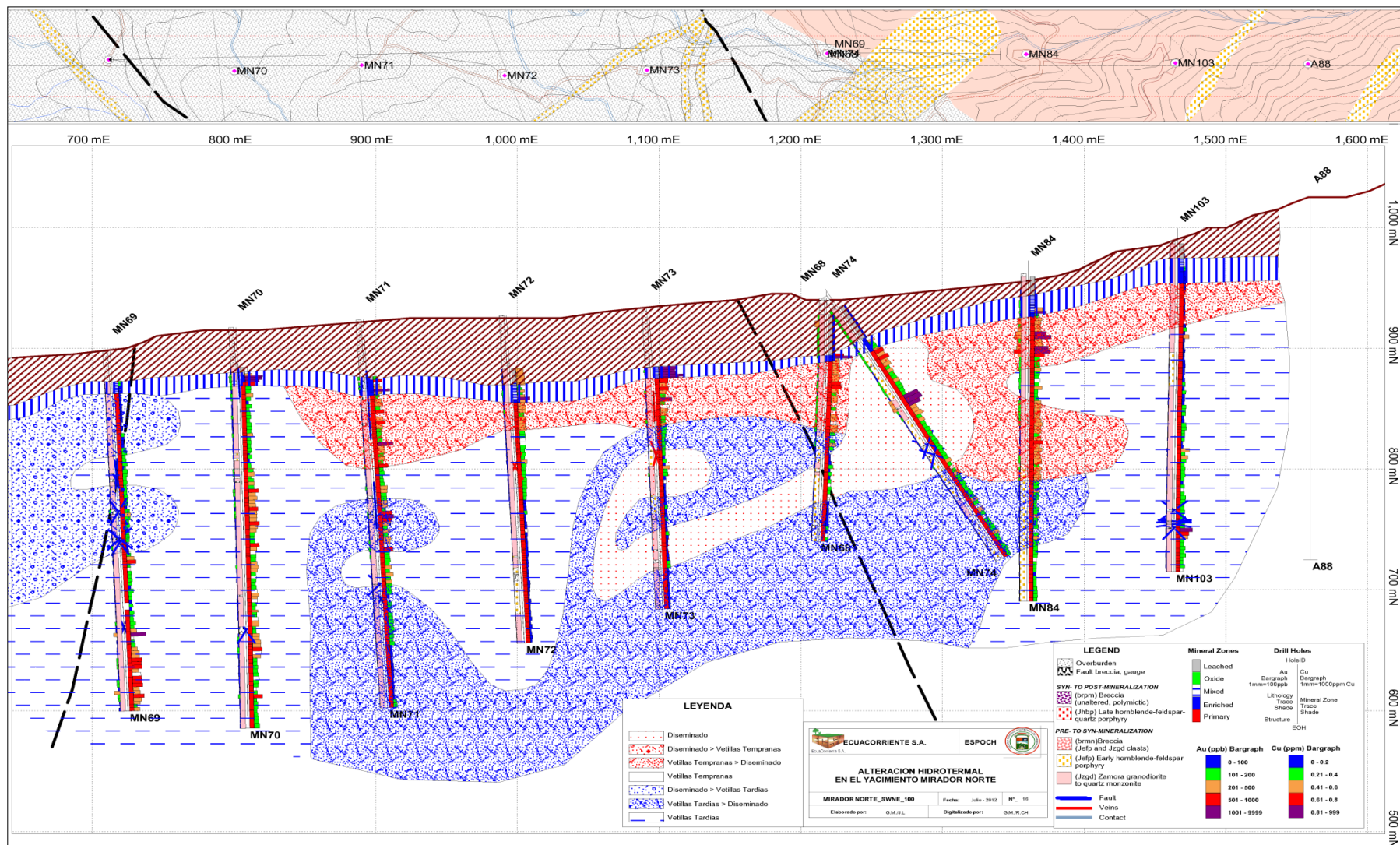
Vetillas Tempranas > Diagenetic > Vetillas Tempranas

Vetillas Tempranas

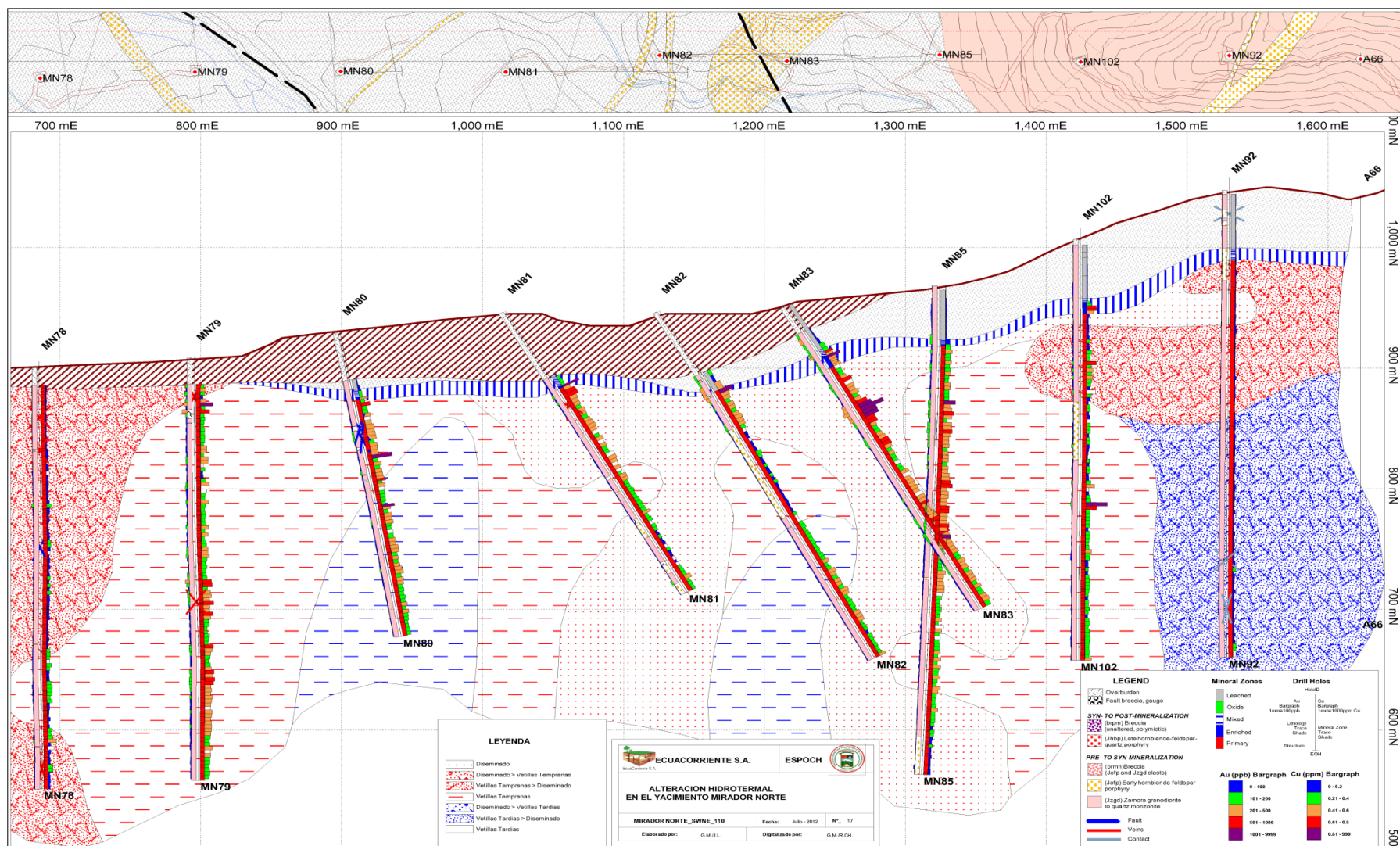
Diagenetic > Vetillas Tempranas



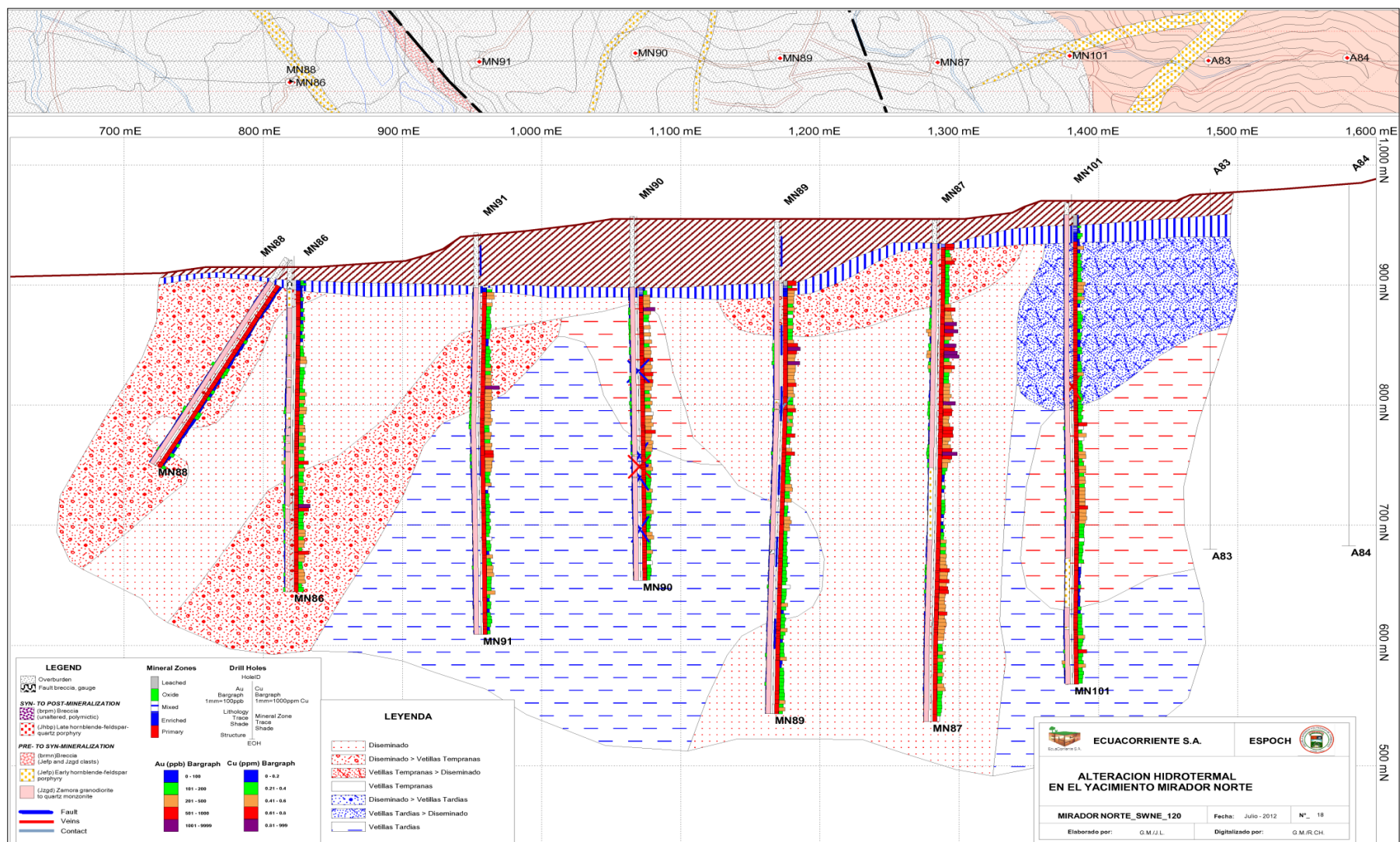
Anexo 16. Sección SWNE - 100, evento y estilo de mineralización.



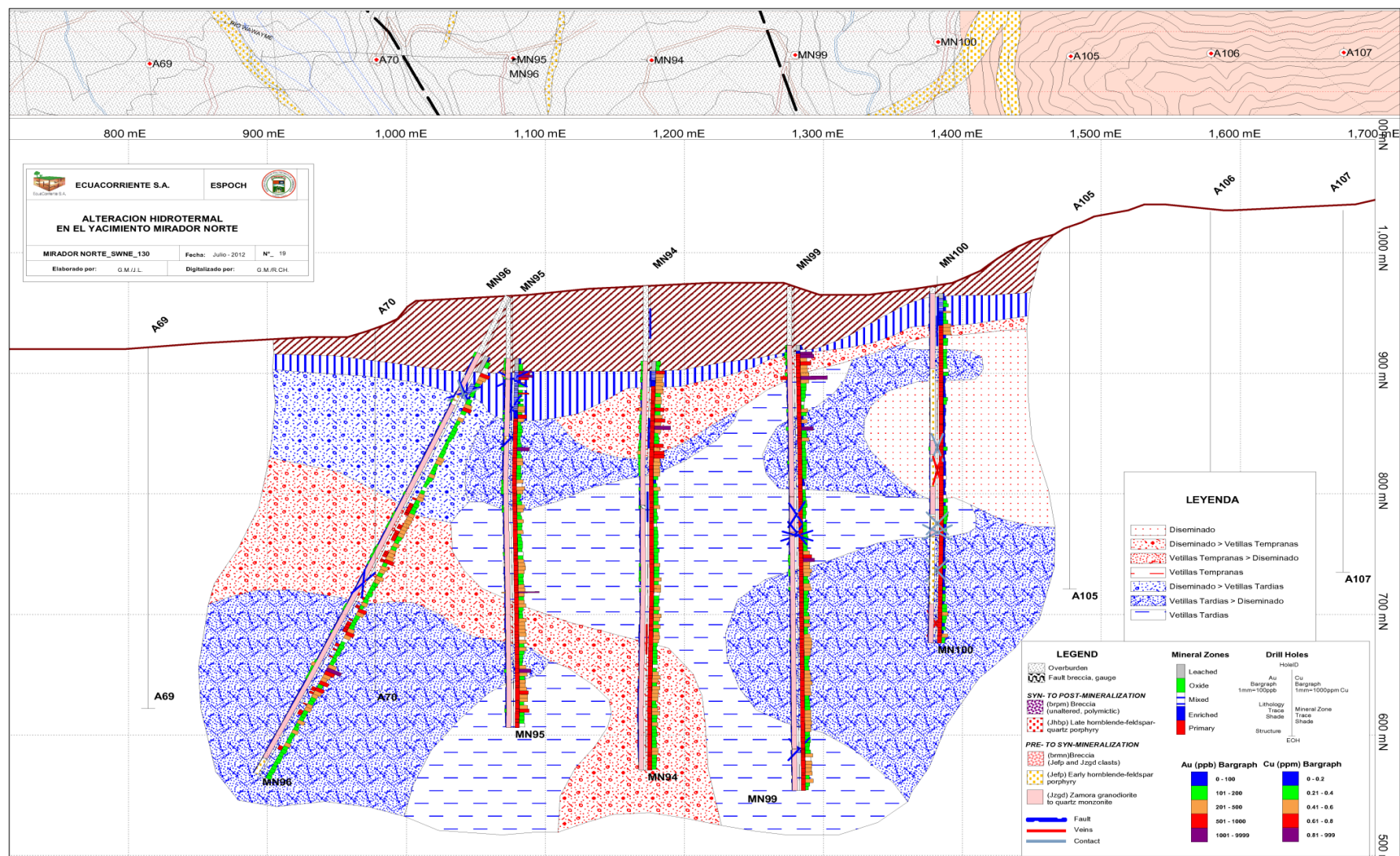
Anexo 17. Sección SWNE - 110, evento y estilo de mineralización.



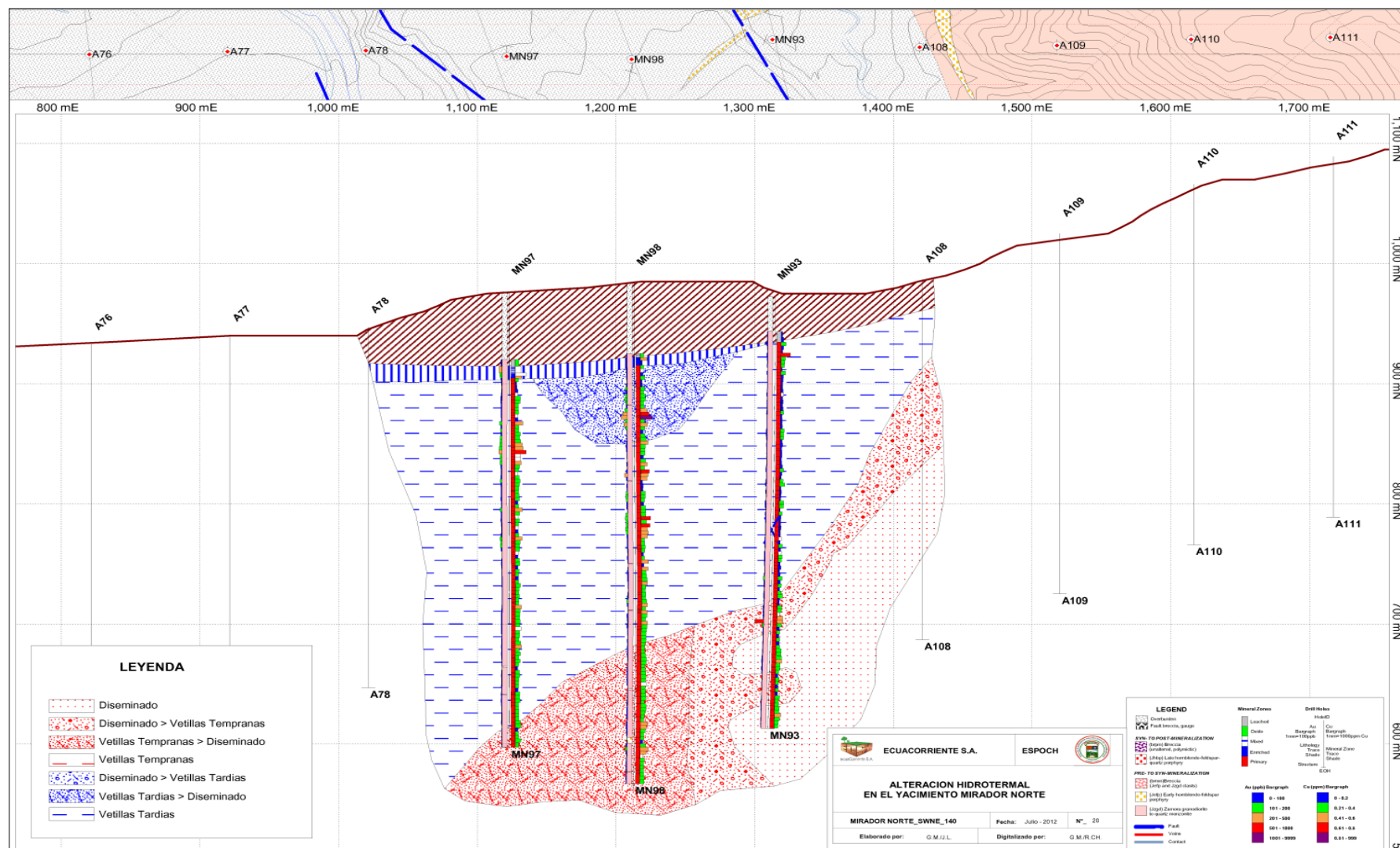
Anexo 18. Sección SWNE - 120, evento y estilo de mineralización.



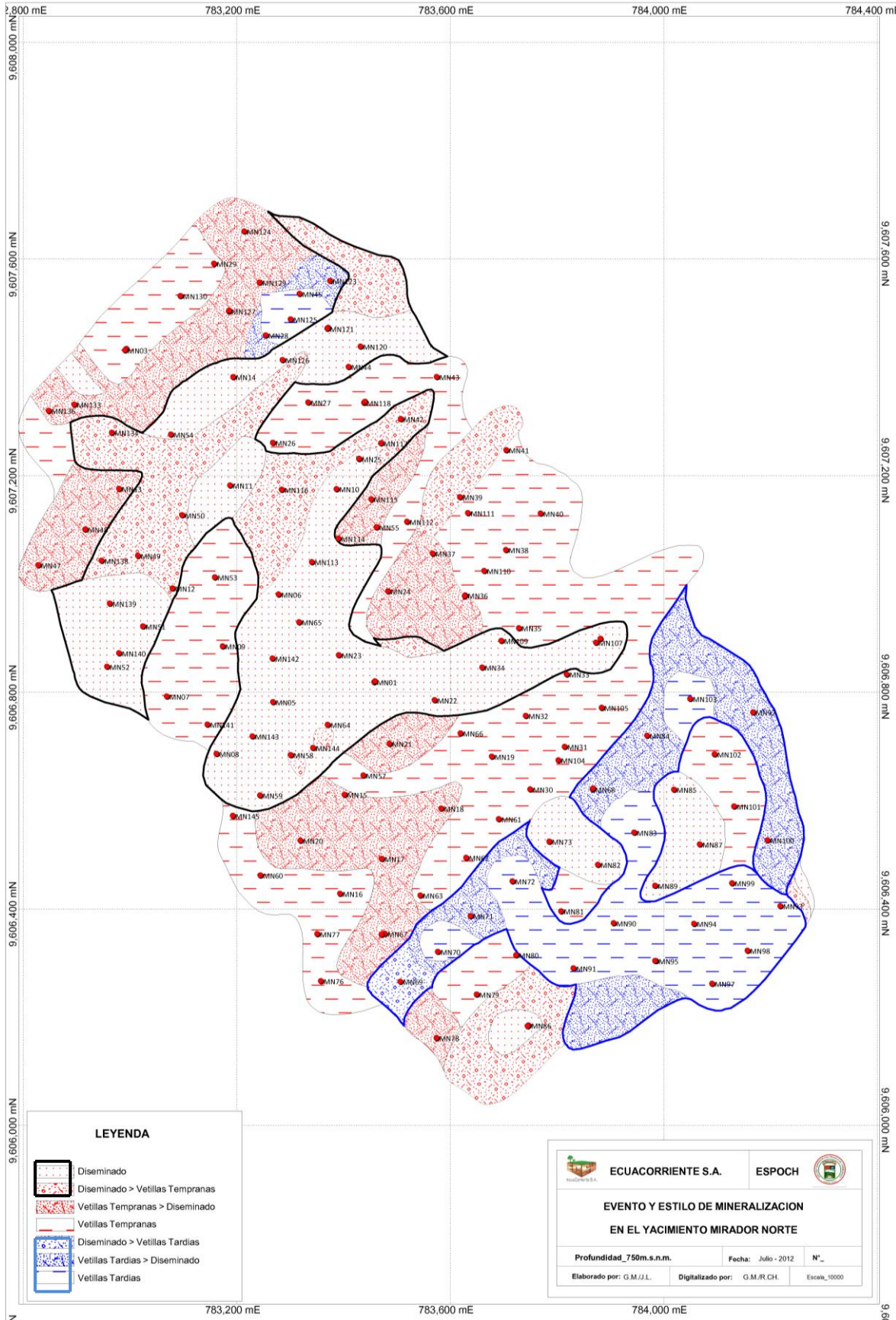
Anexo 19. Sección SWNE - 130, evento y estilo de mineralización.



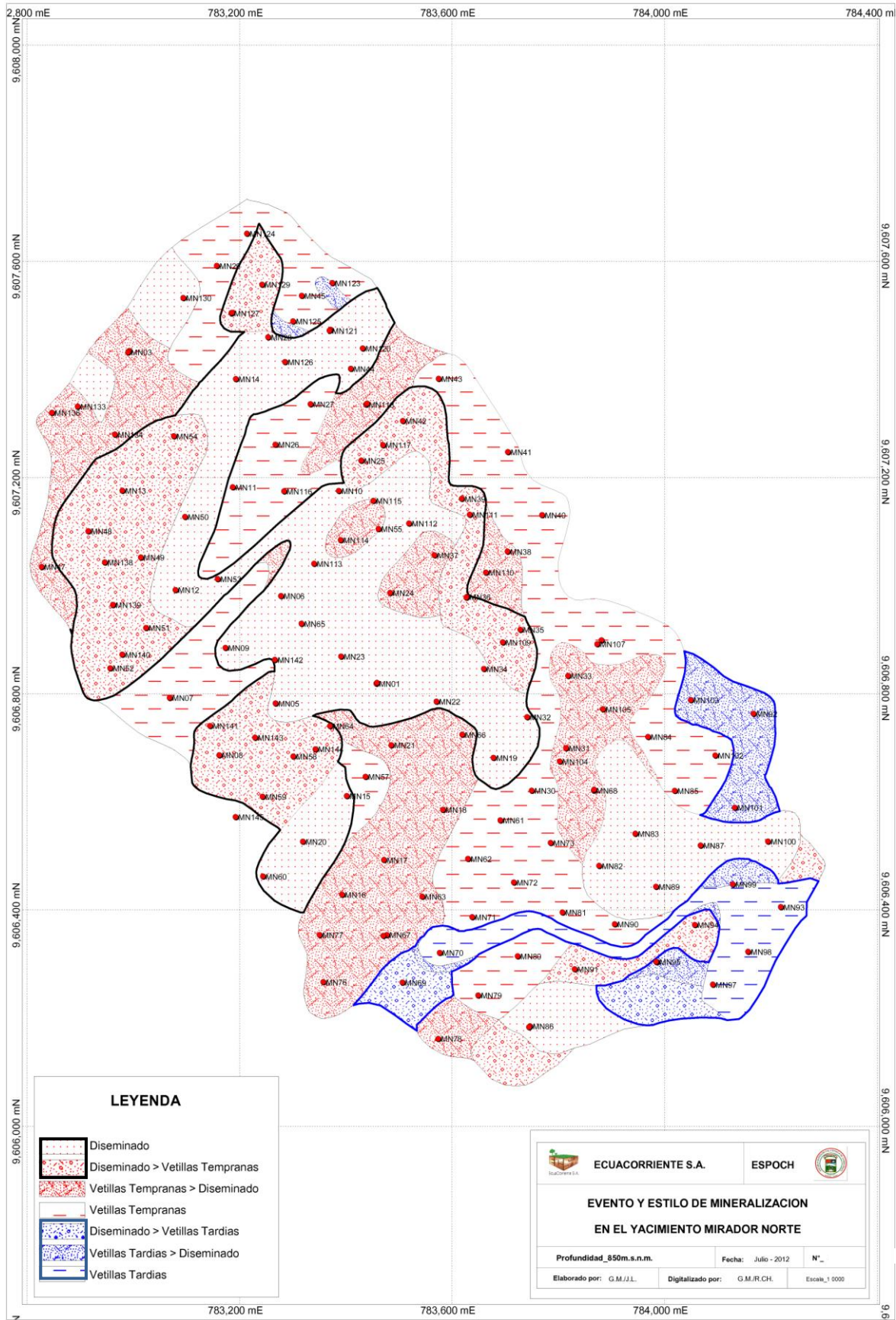
Anexo 20. Sección SWNE - 140, evento y estilo de mineralización.



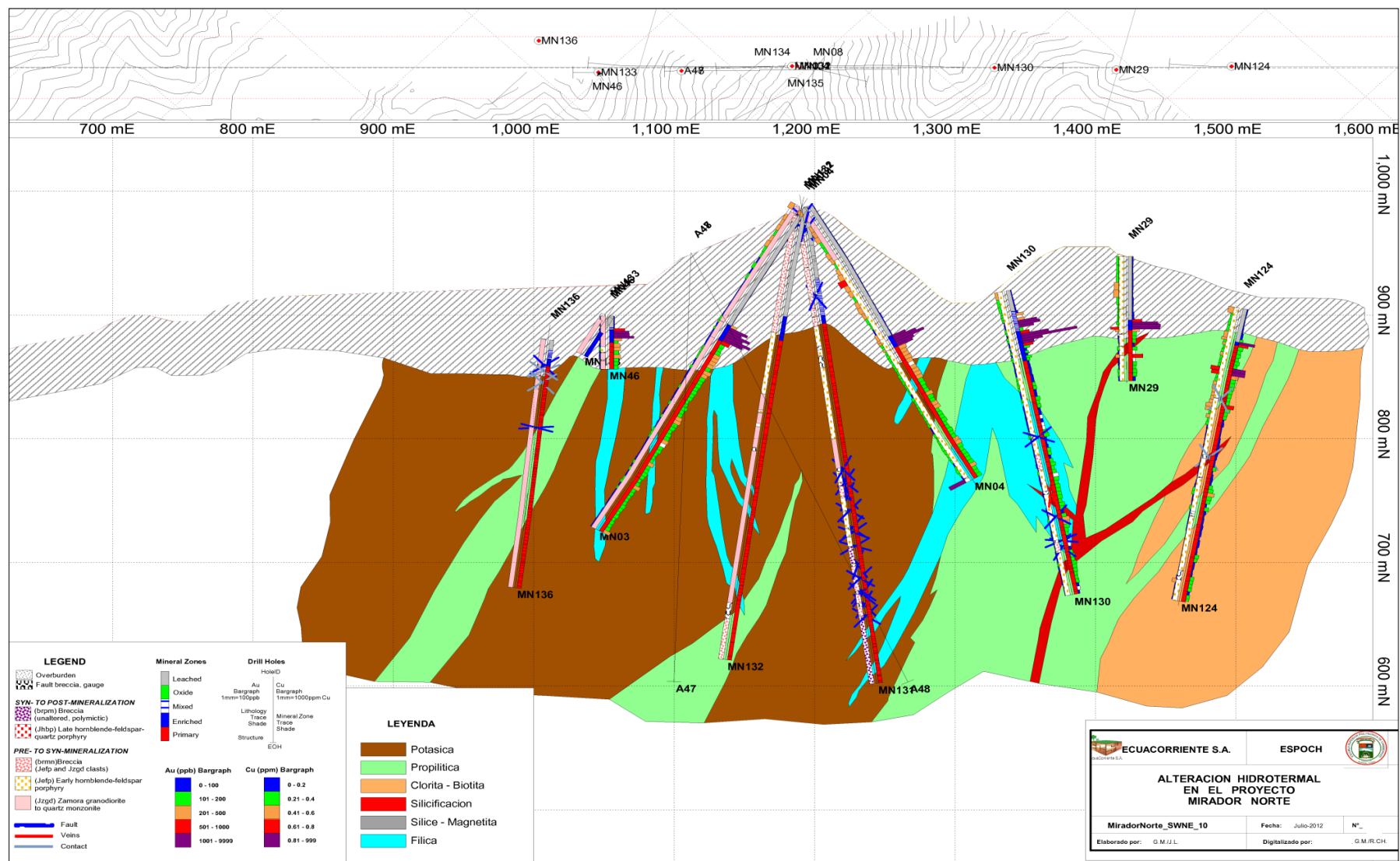
Anexo 21. Mapa de evento y estilo de Mineralización a 750 m.s.n.m.



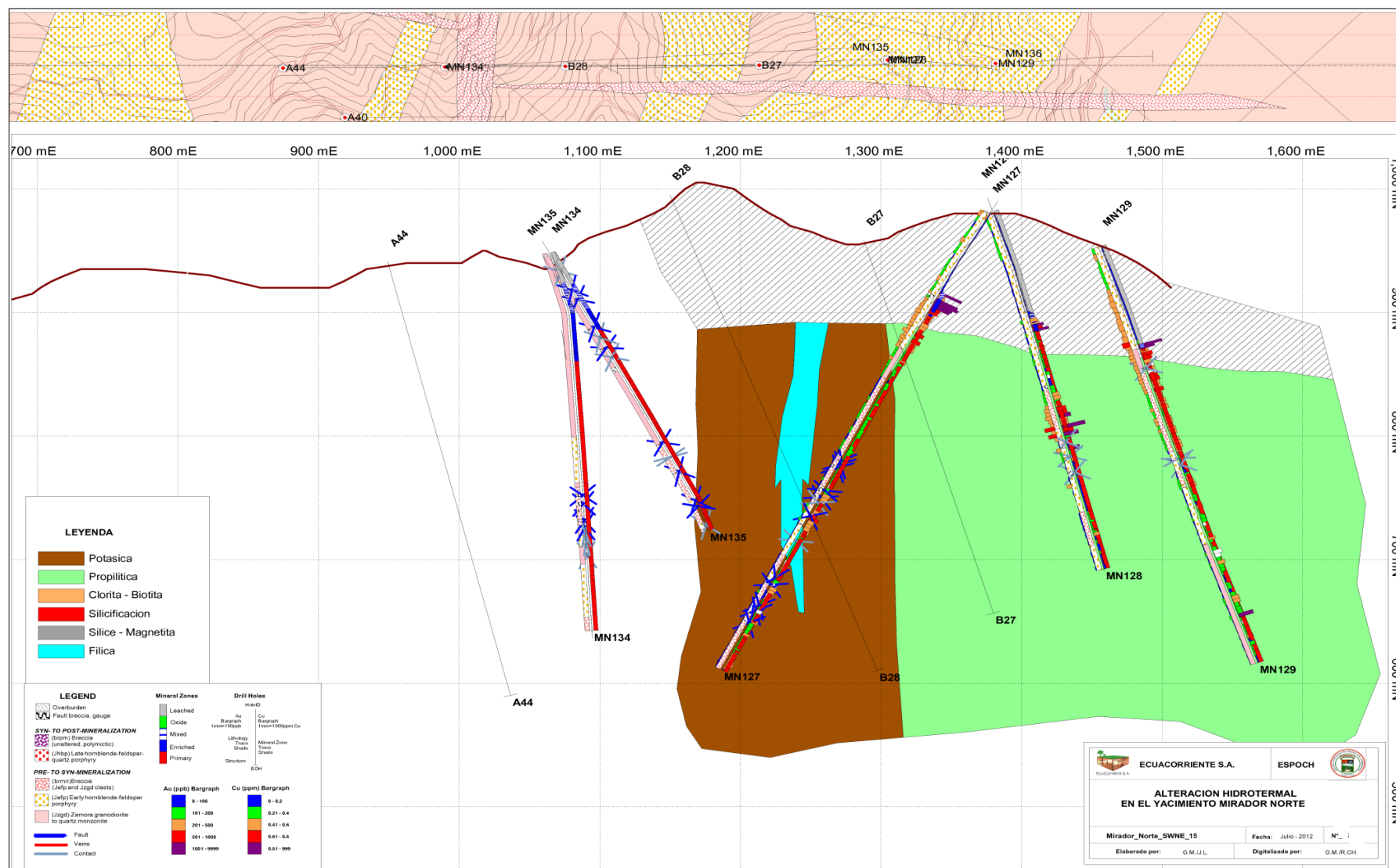
Anexo 22. Mapa de evento y estilo de mineralización a 850 m.s.n.m.



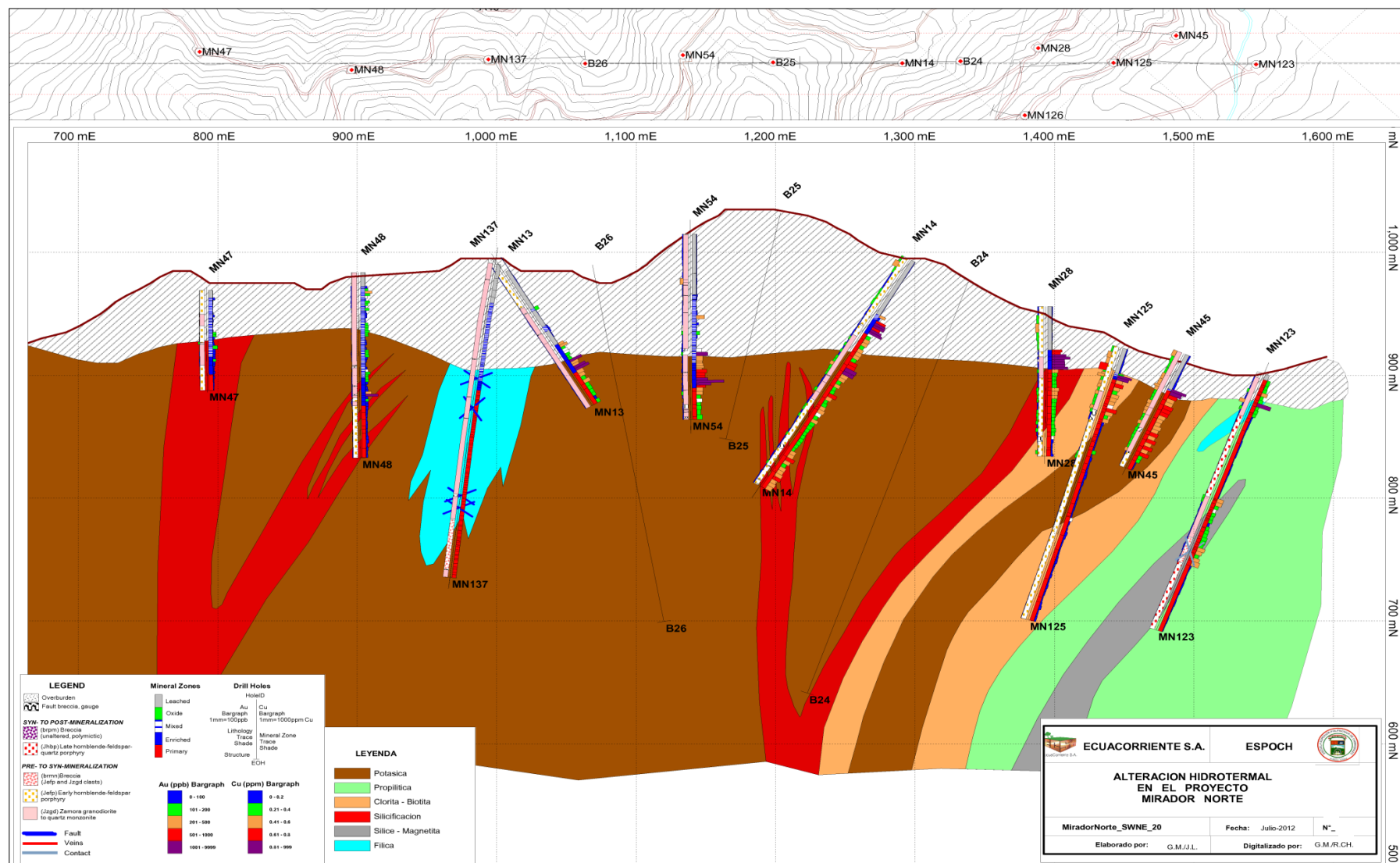
Anexo 23. Sección SWNE - 10, alteración.



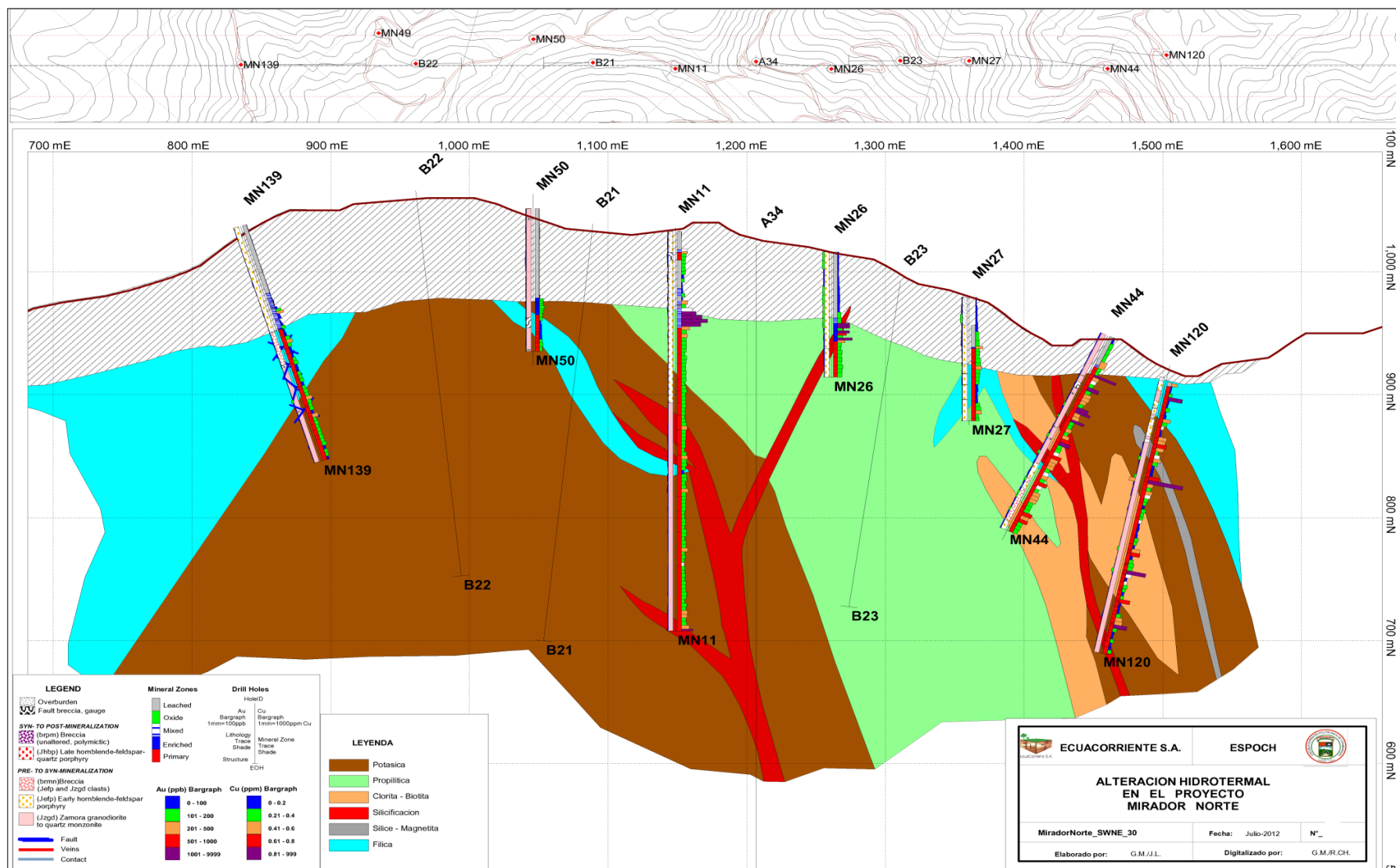
Anexo 24. Sección SWNE - 15, alteración.



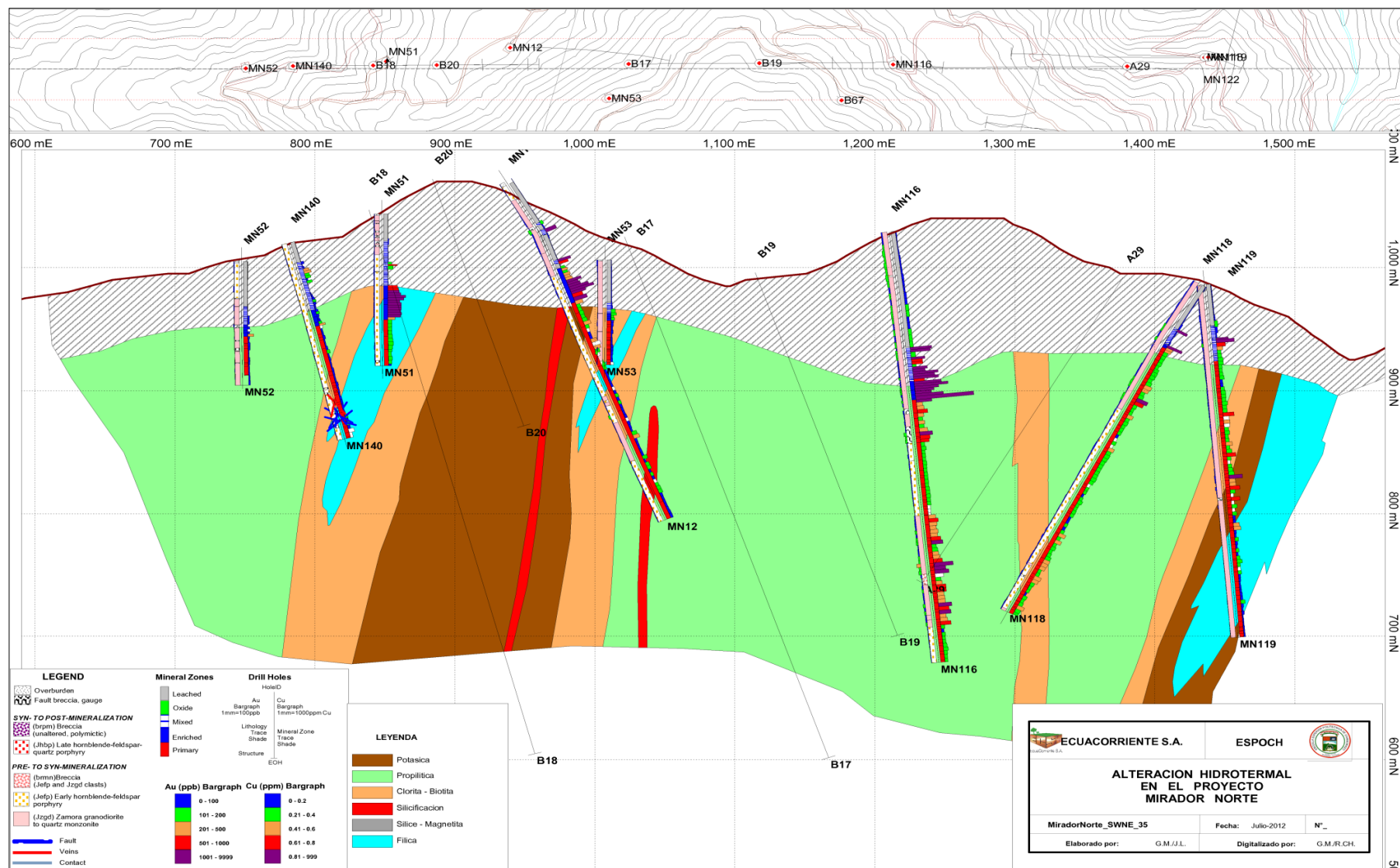
Anexo 25. Sección SWNE - 20, alteración.



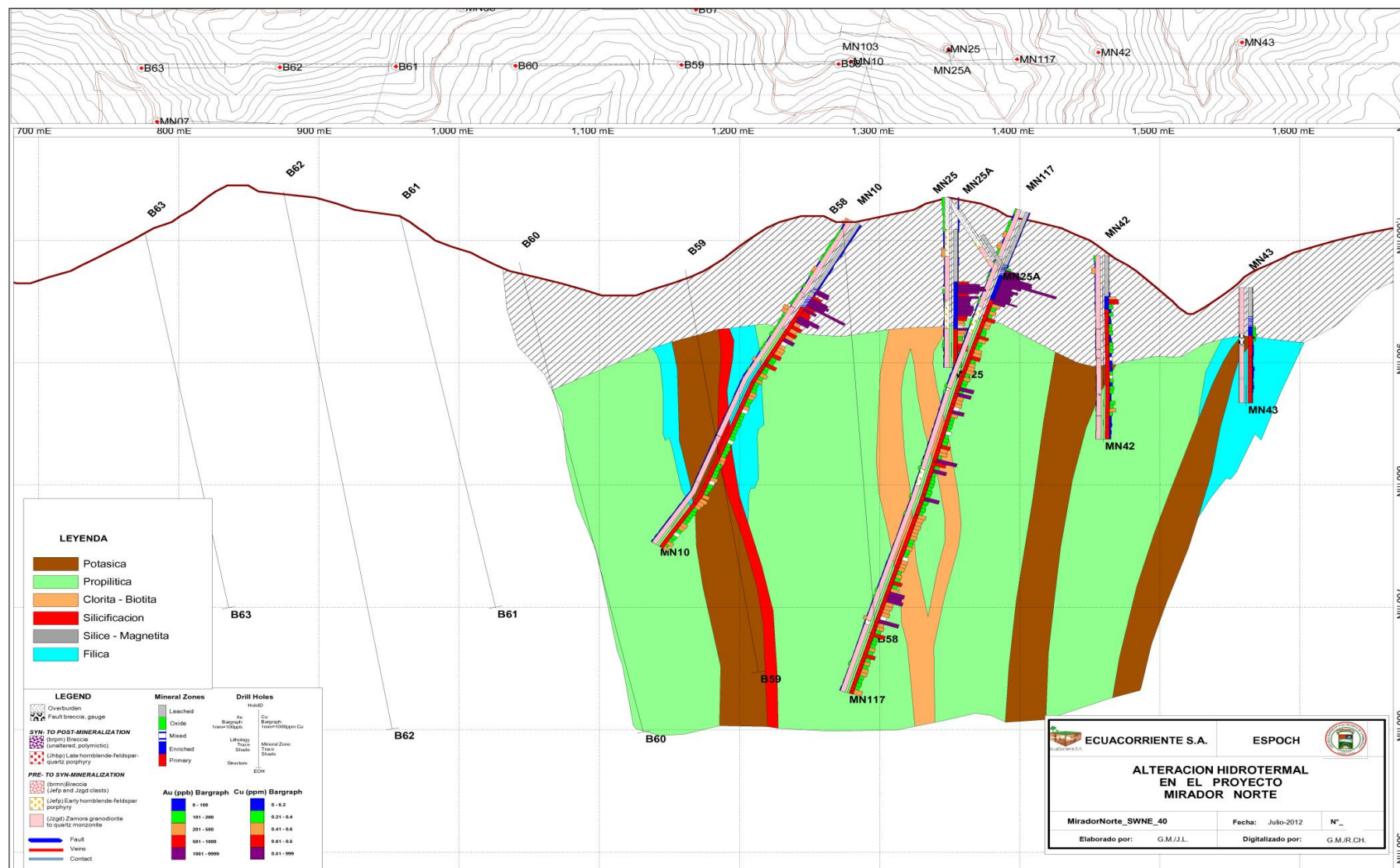
Anexo 26. Sección SWNE - 30, alteración.



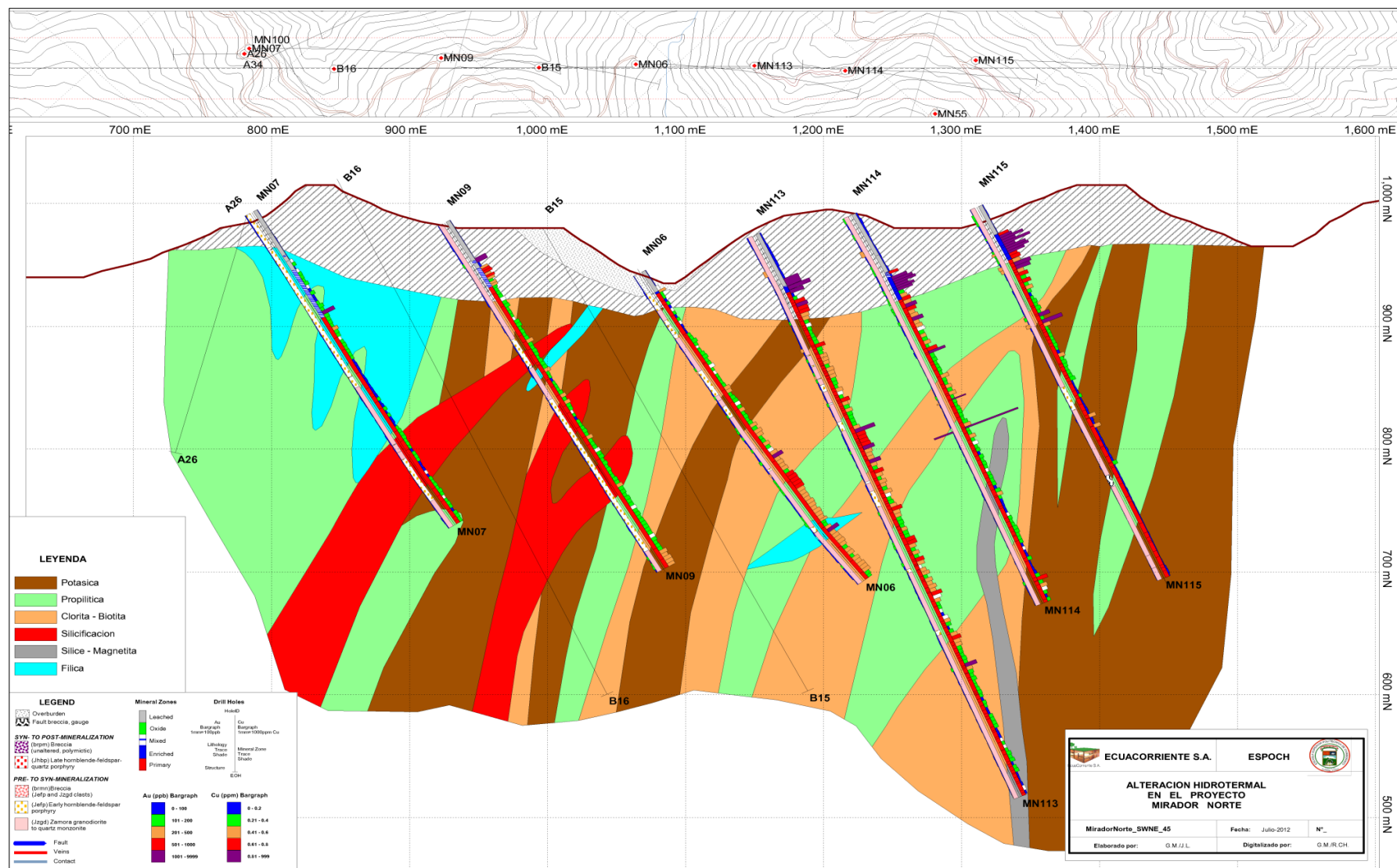
Anexo 27. Sección SWNE - 35, alteración.



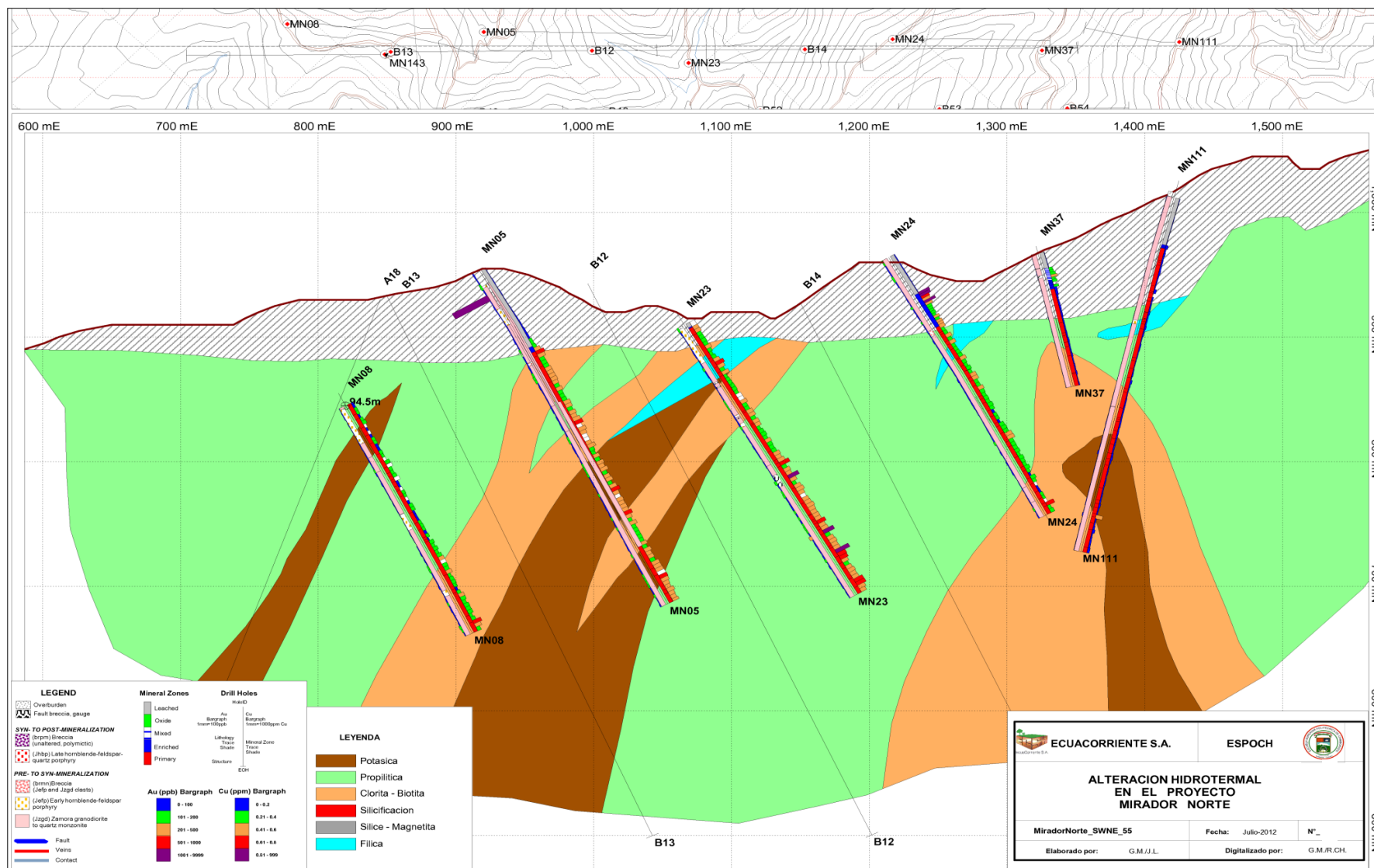
Anexo 28. Sección SWNE - 40, alteración.



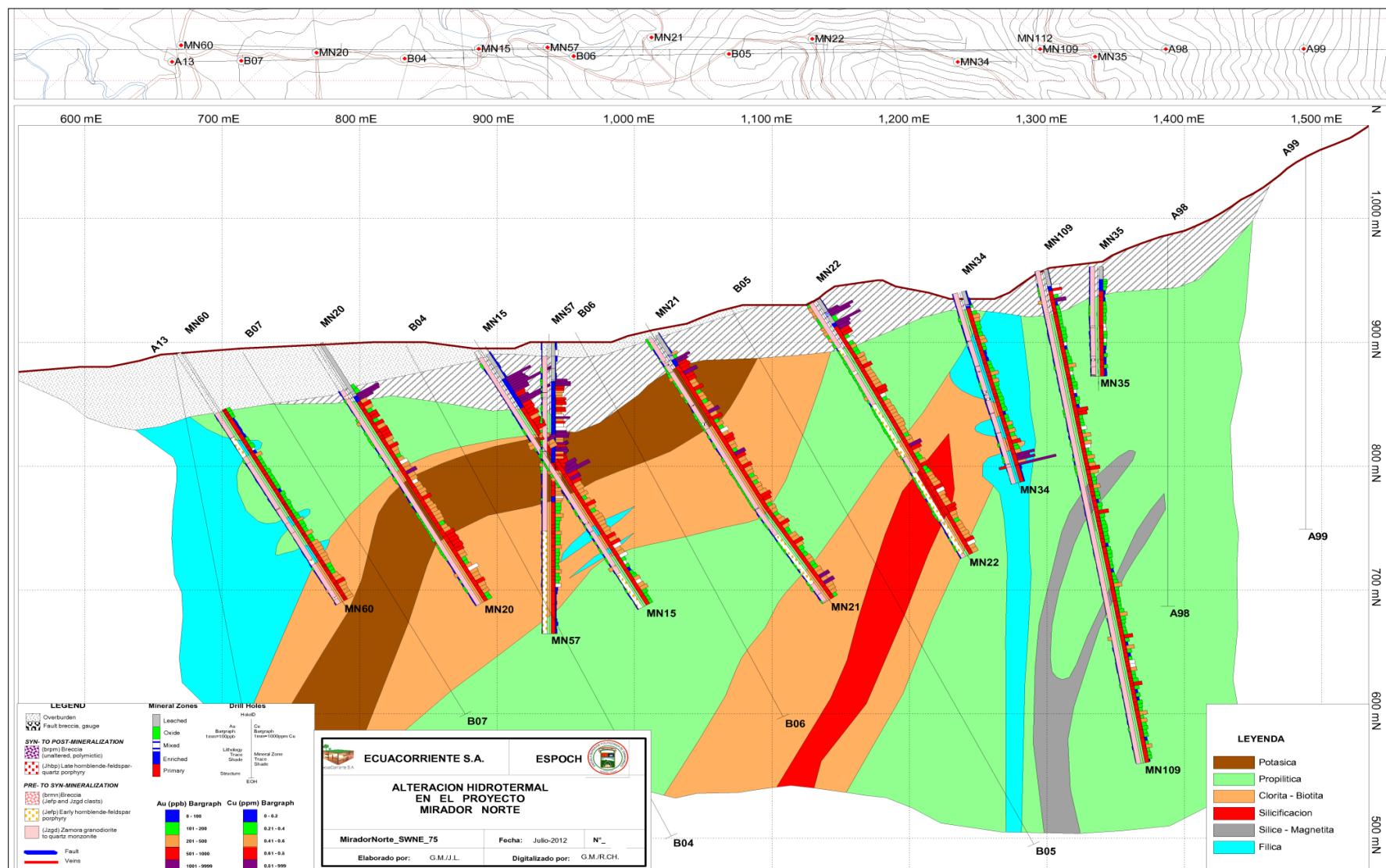
Anexo 29. Sección SWNE - 45, alteración.



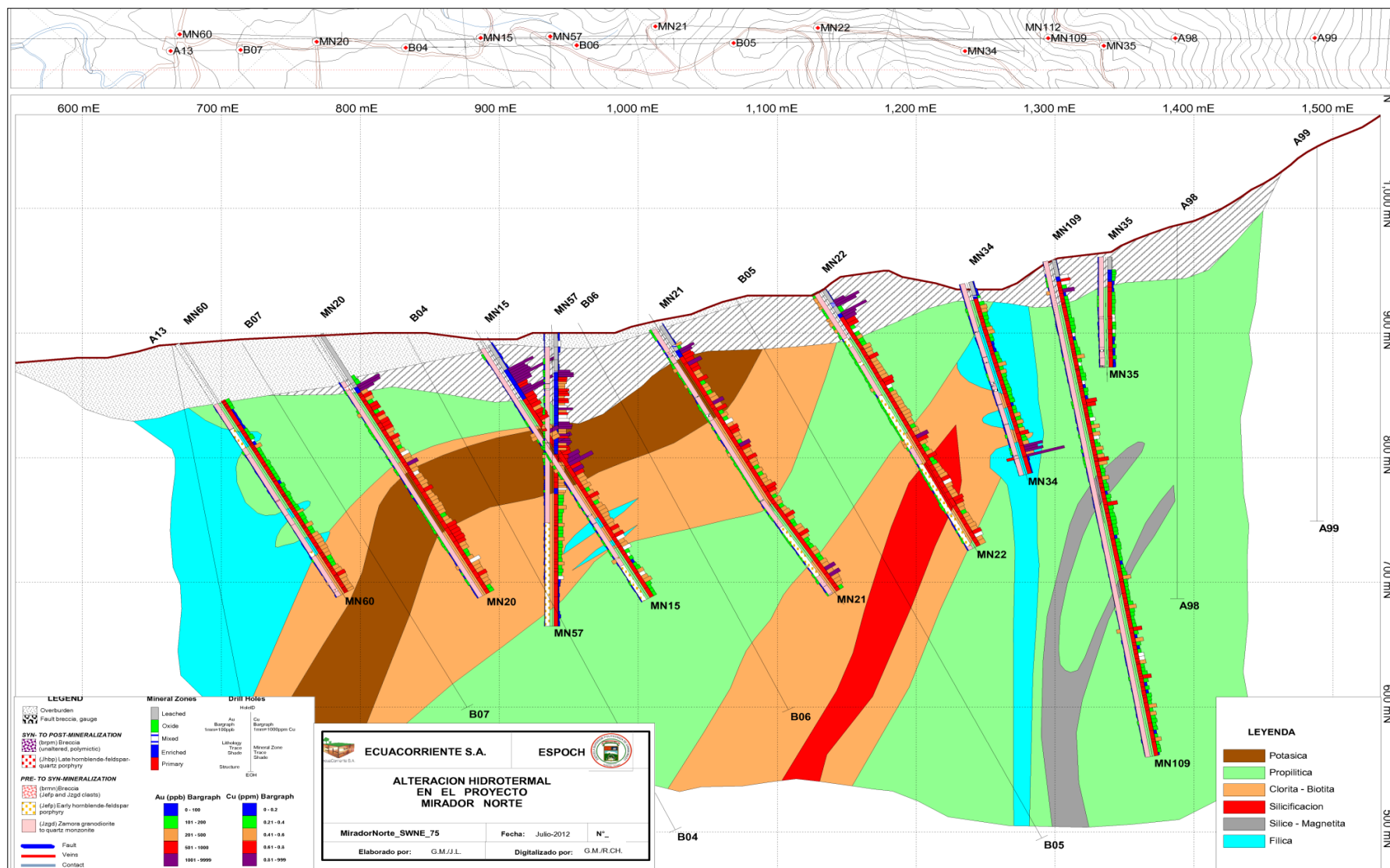
Anexo 30. Sección SWNE- 55, alteración.



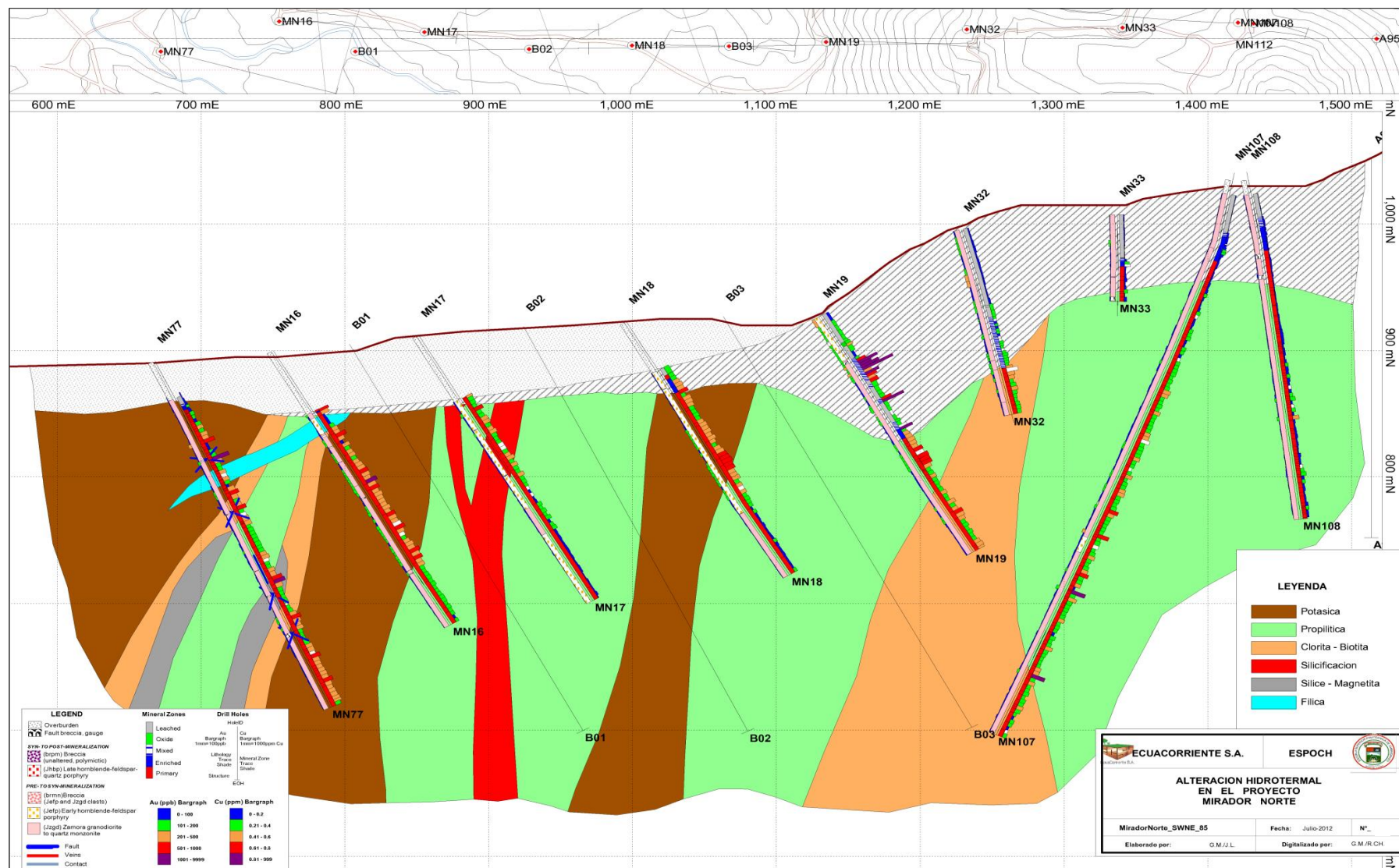
Anexo 31. Sección SWNE- 65, alteración.



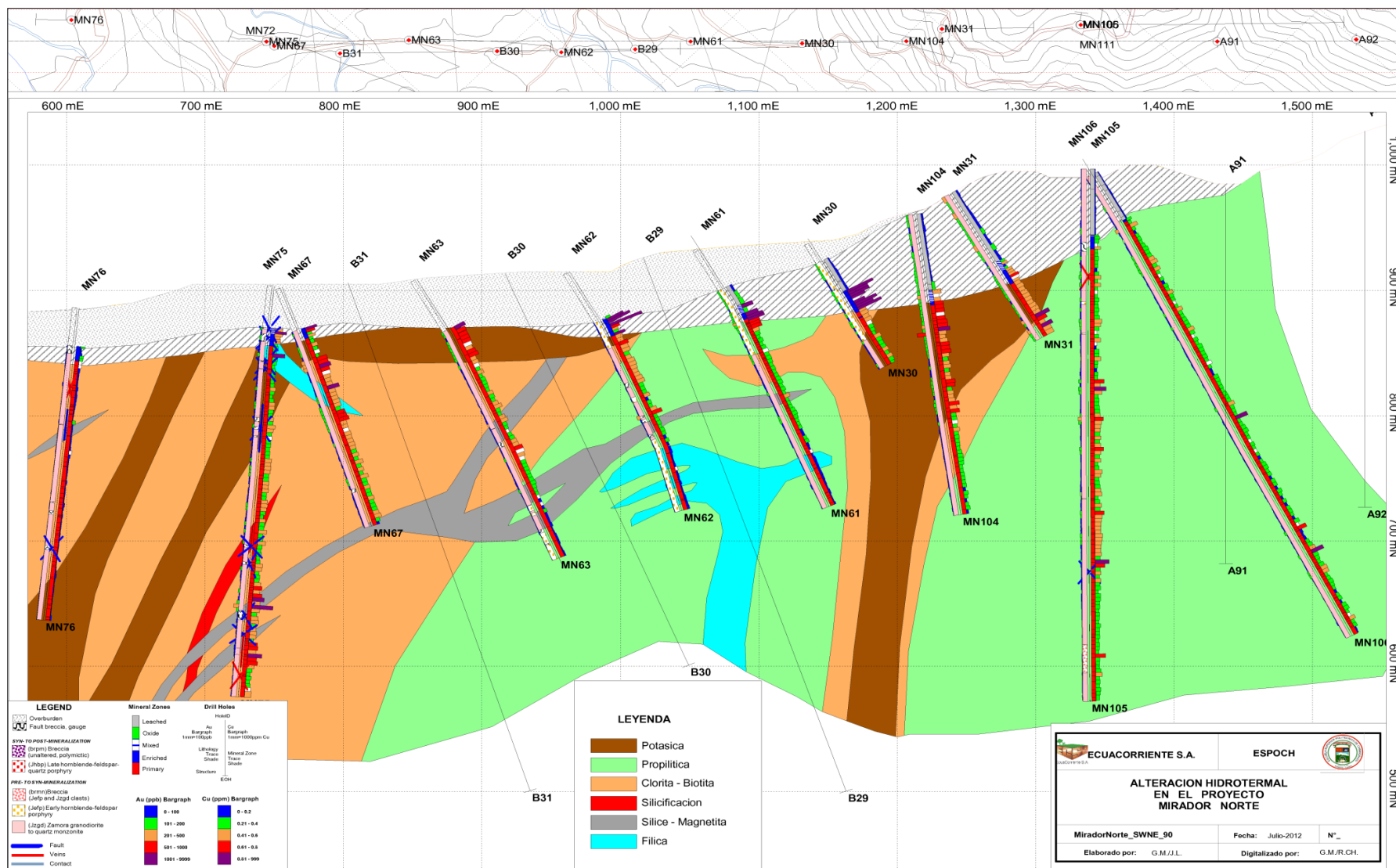
Anexo 32. Sección SWNE - 75, alteración.



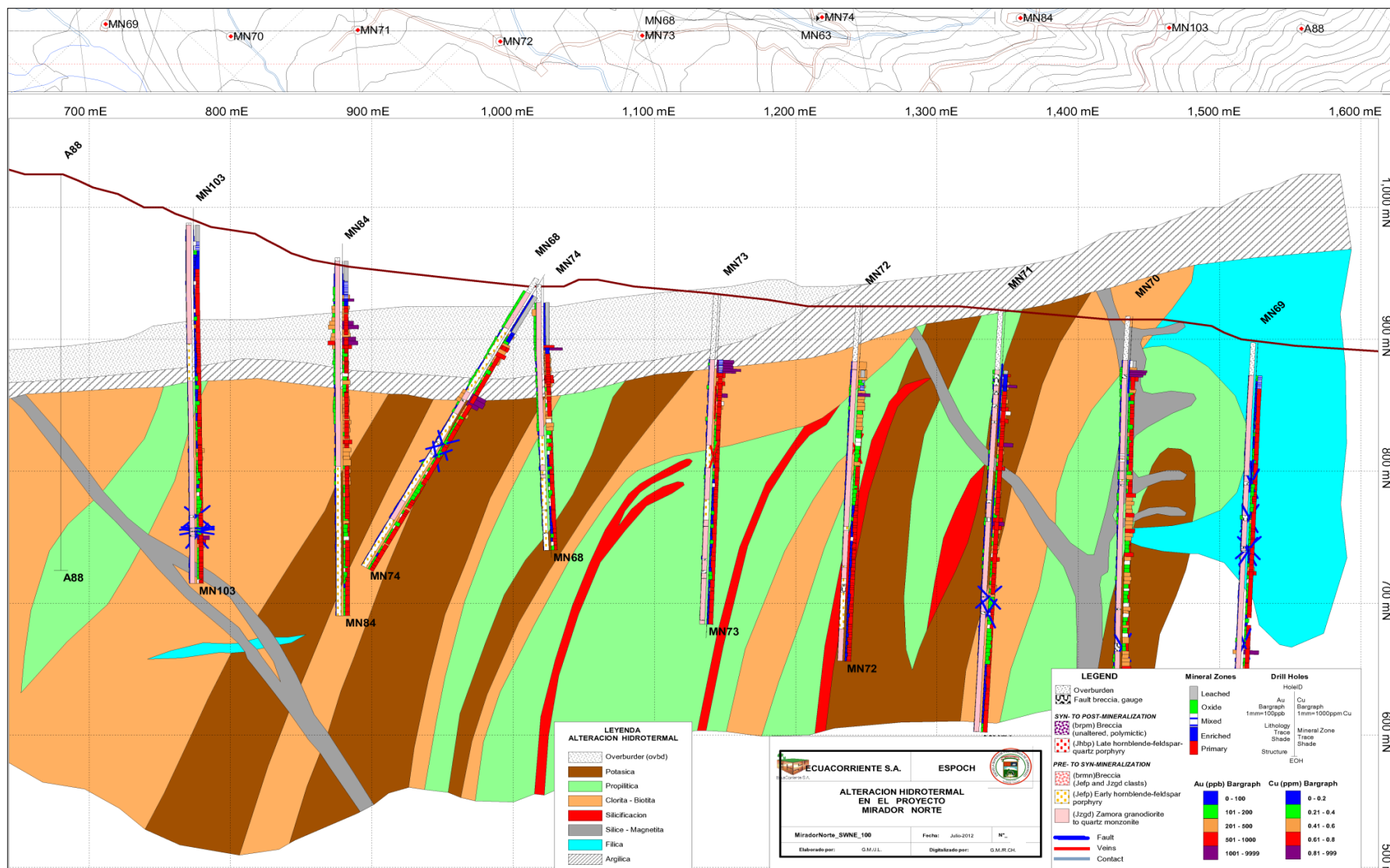
Anexo 33. Sección SWNE - 85, alteración.



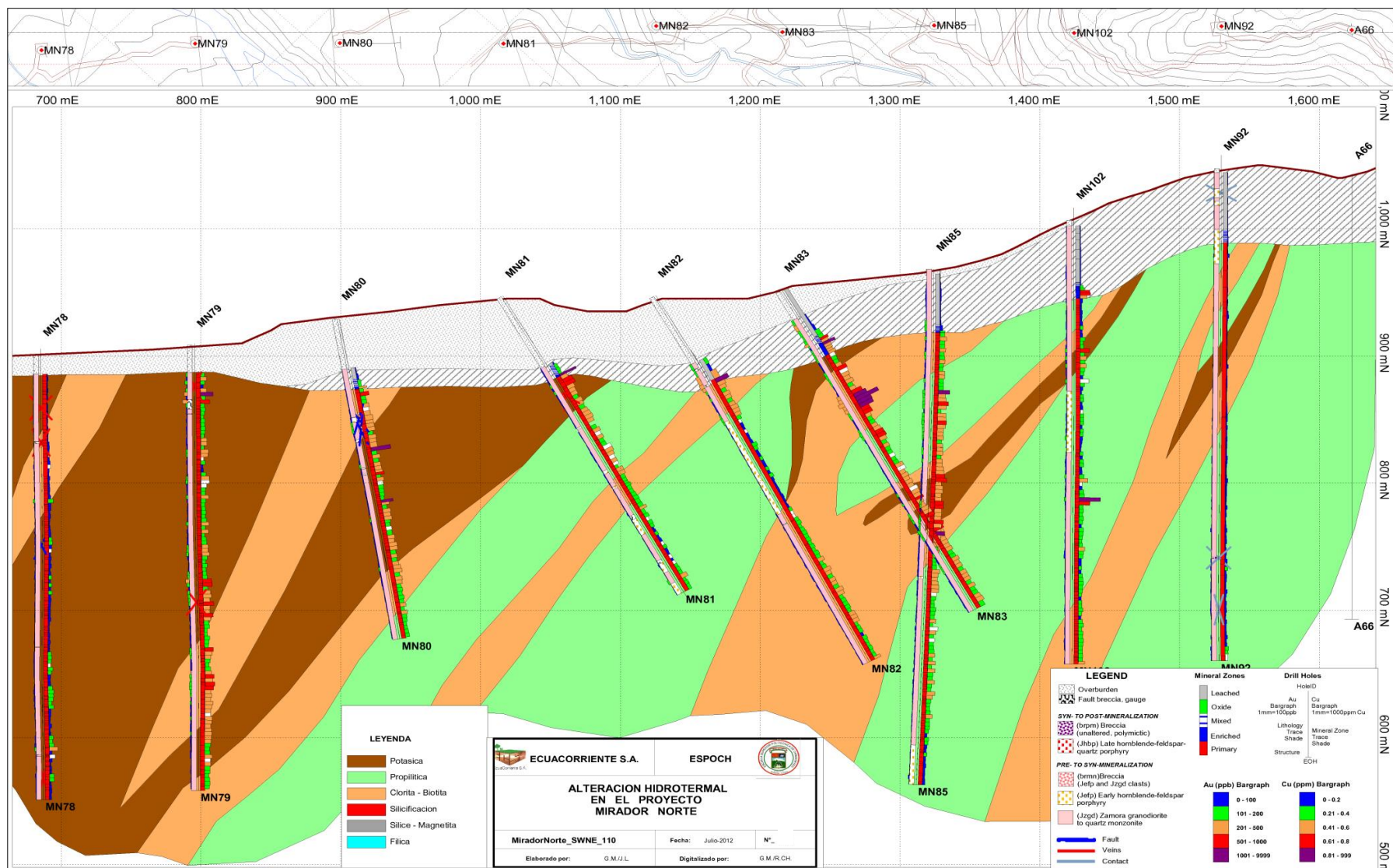
Anexo 34. Sección SWNE - 90, alteración.



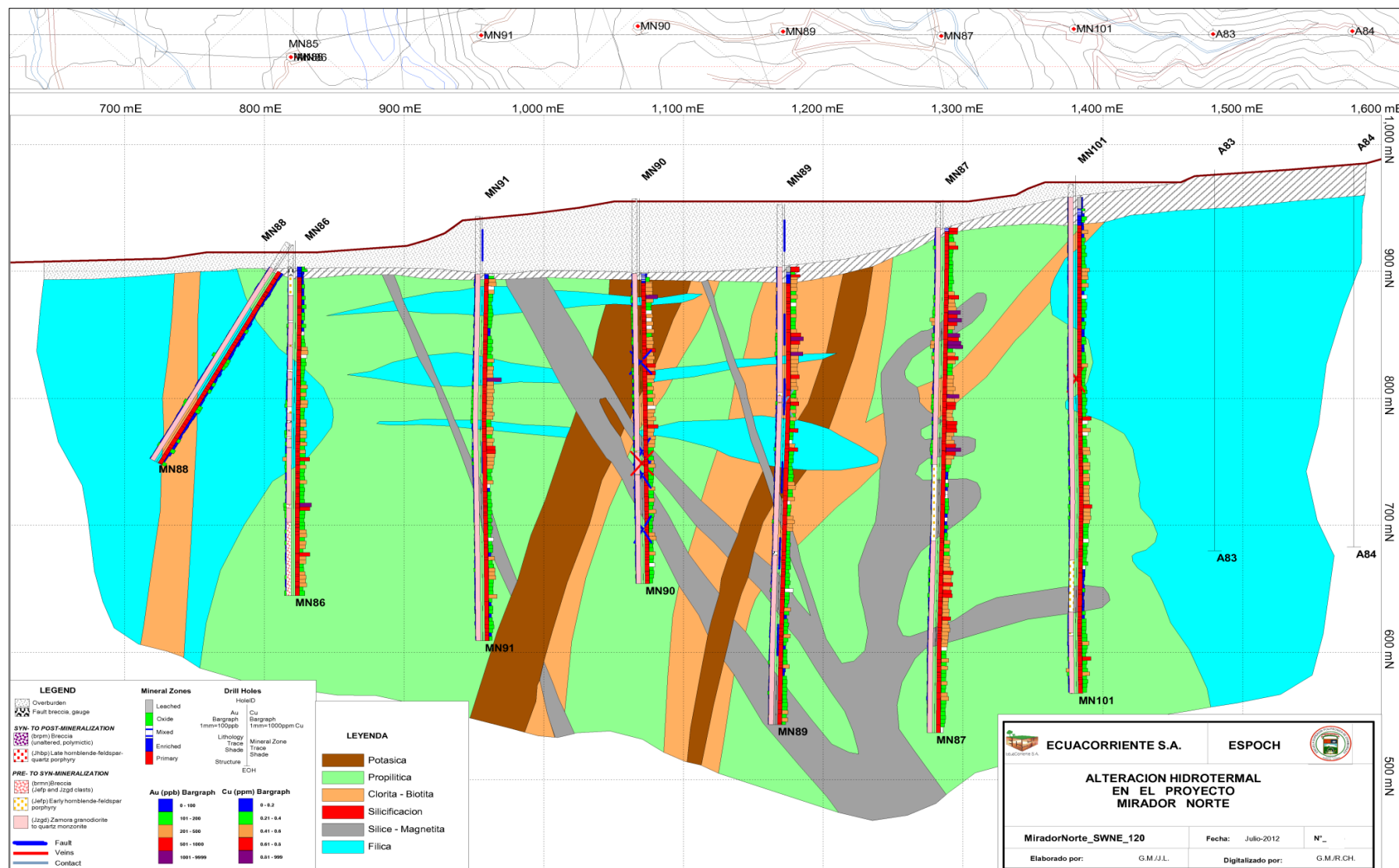
Anexo 35. Sección SWNE - 100, alteración.



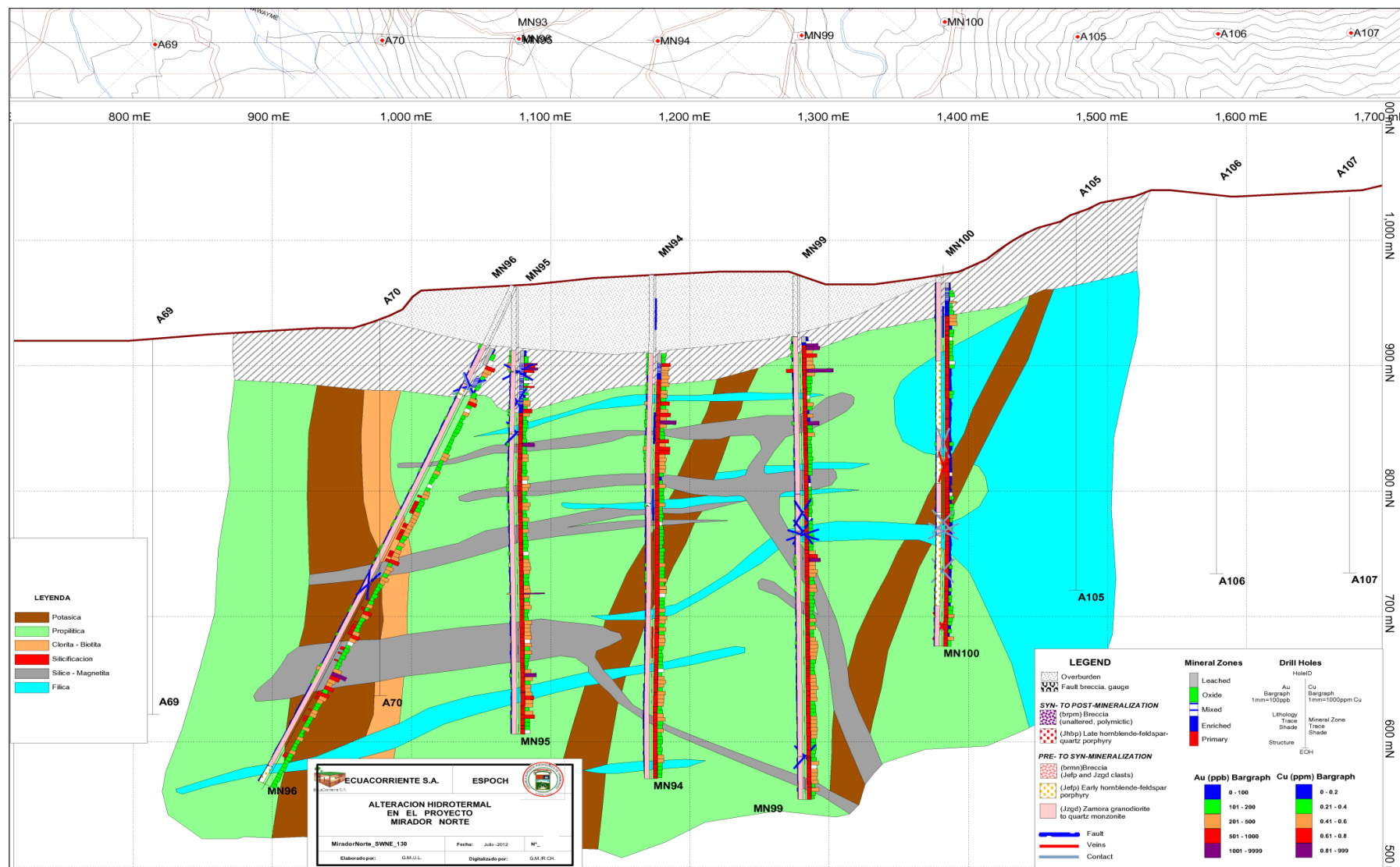
Anexo 36. Sección SWNE - 110, alteración.



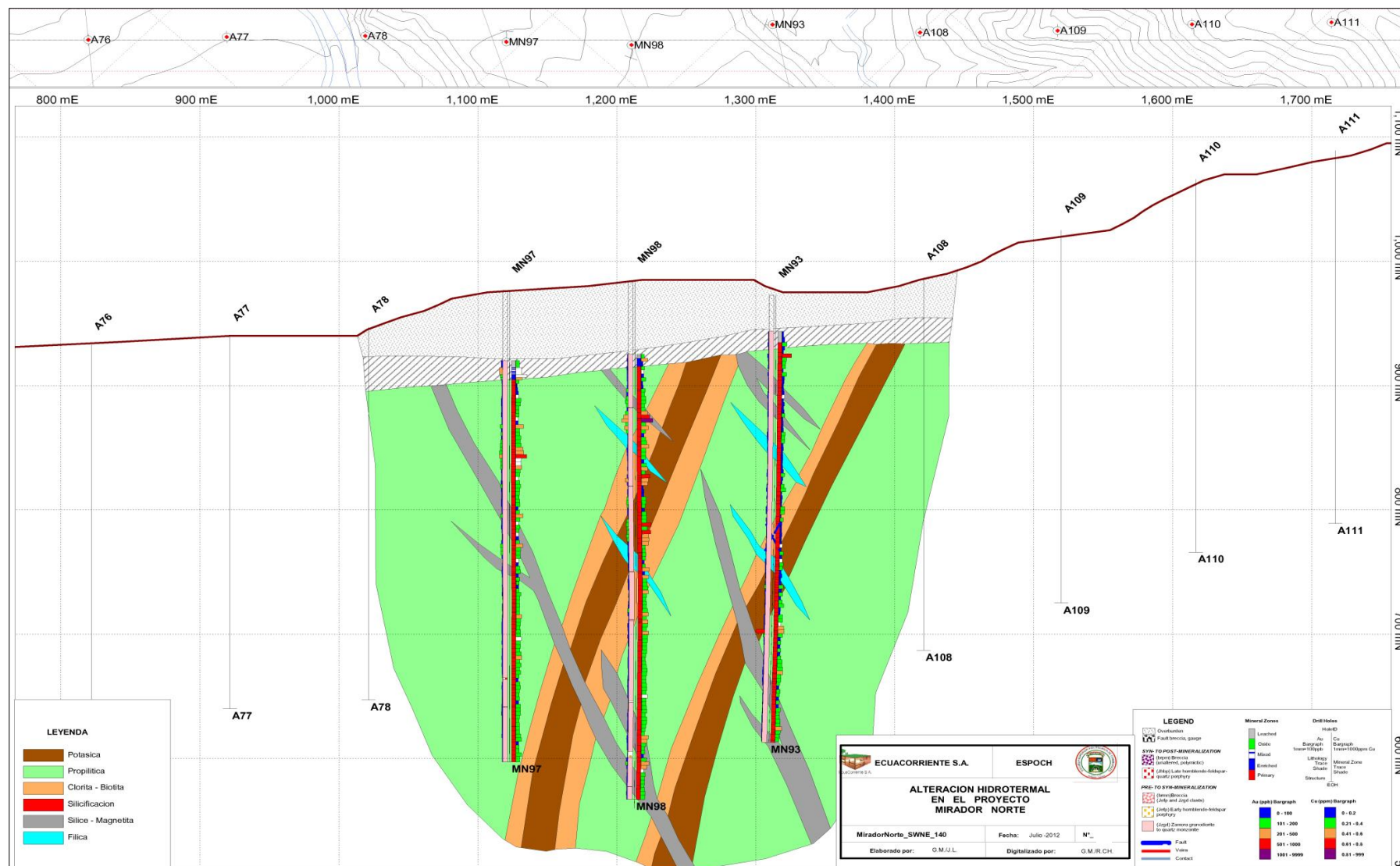
Anexo 37. Sección SWNE - 120, alteración.



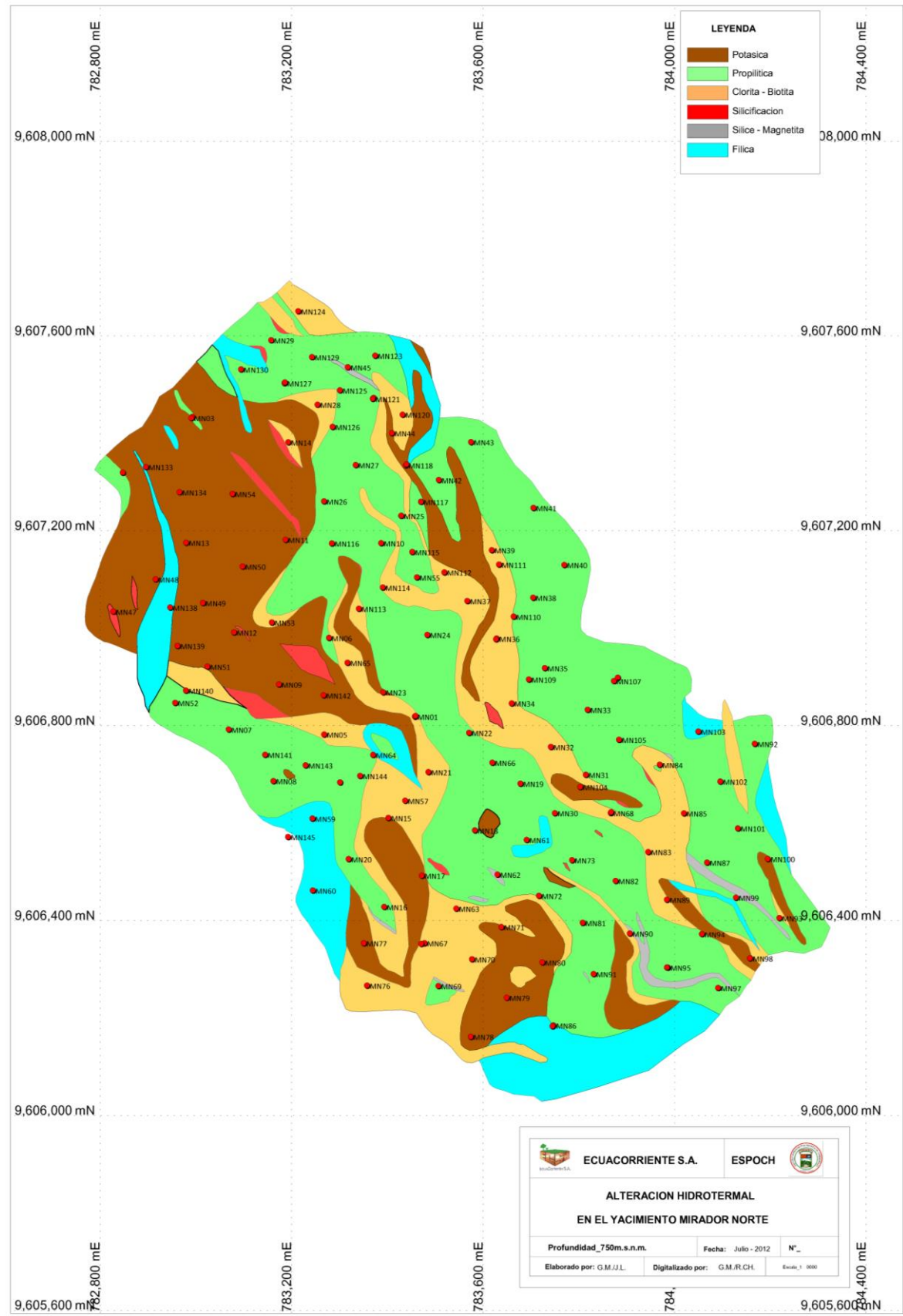
Anexo 38. Sección SWNE - 130, alteración.



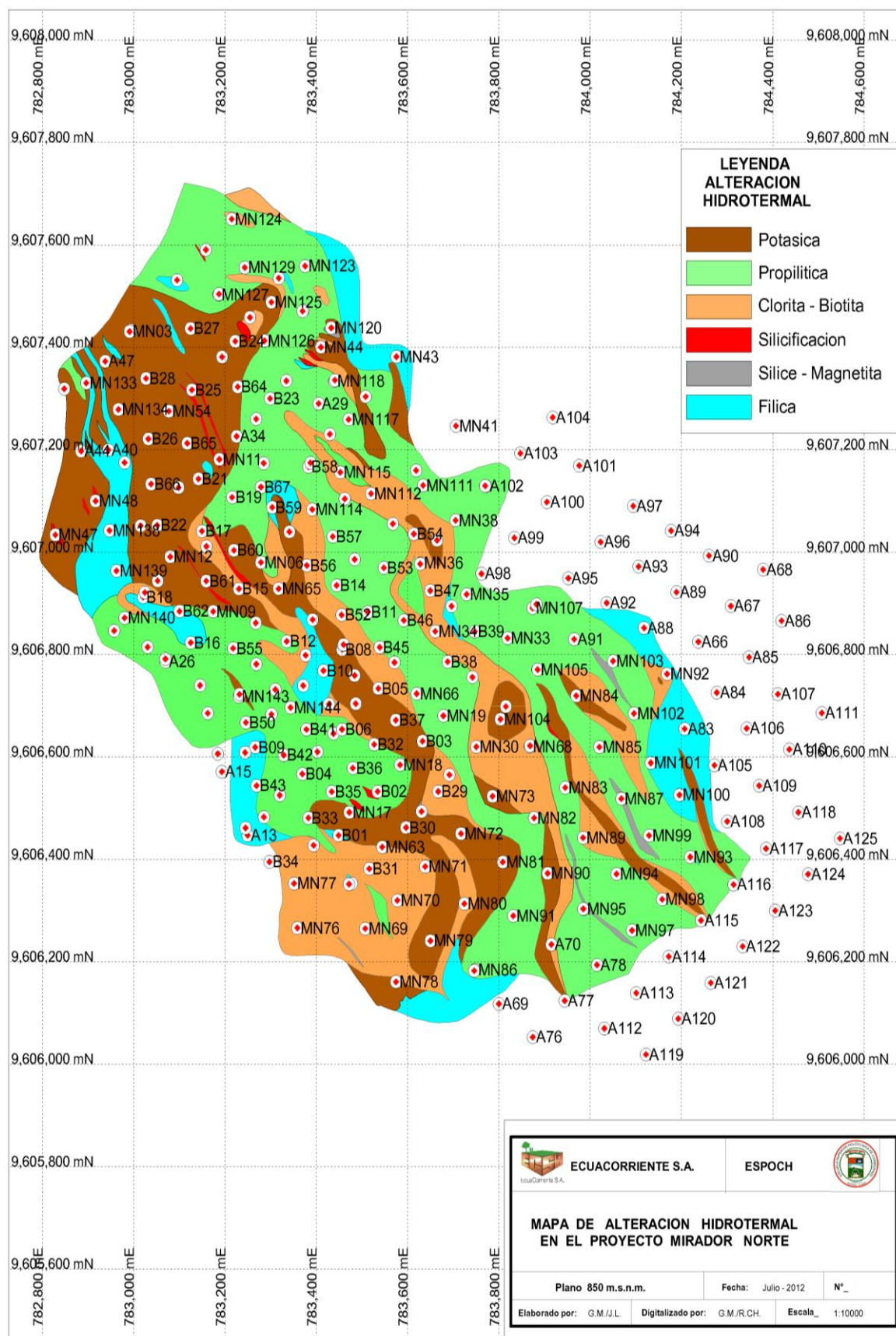
Anexo 39. Sección SWNE - 140, alteración.



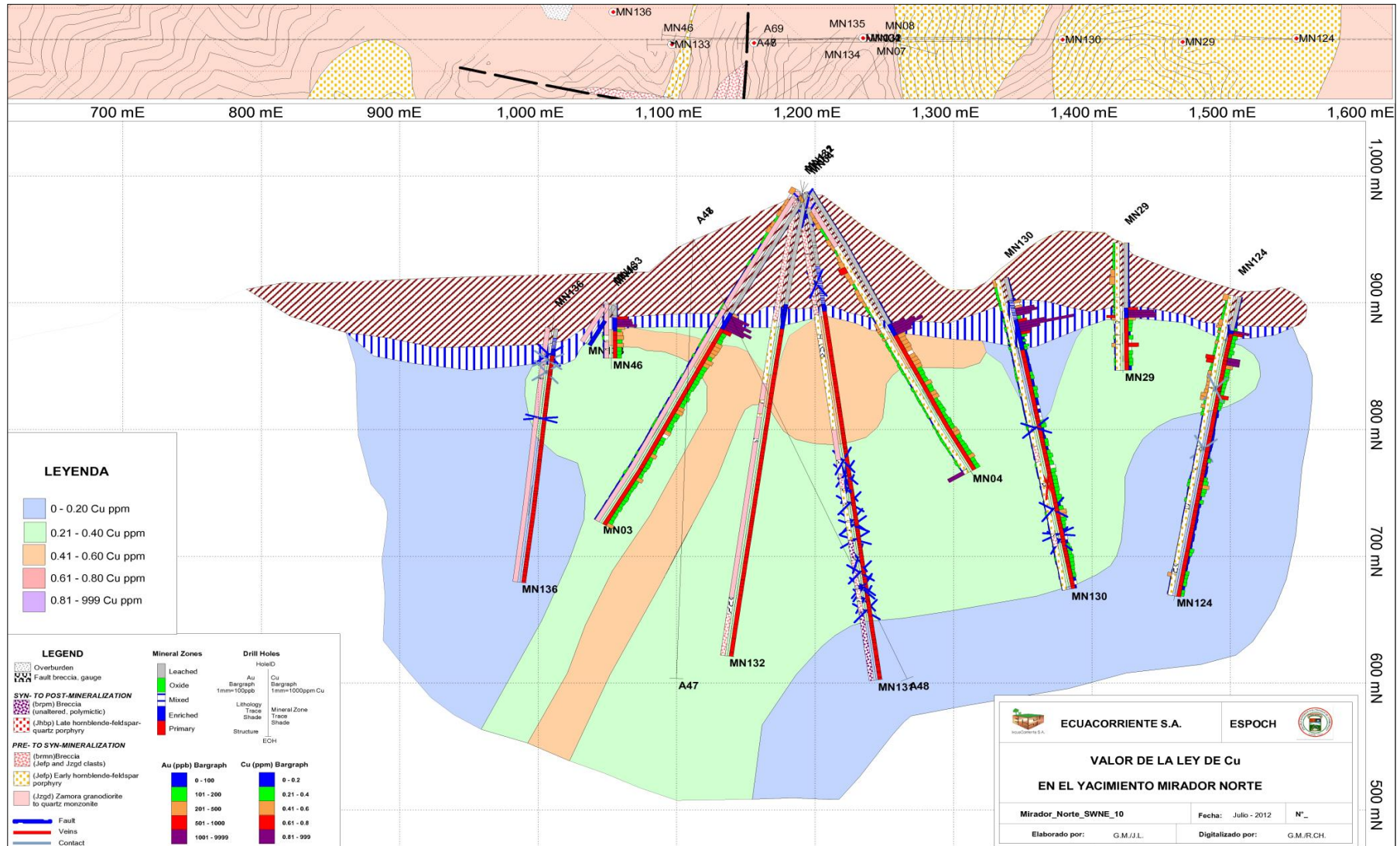
Anexo 40. Mapa de alteración a 750 m.s.n.m, del yacimiento Mirador Norte.



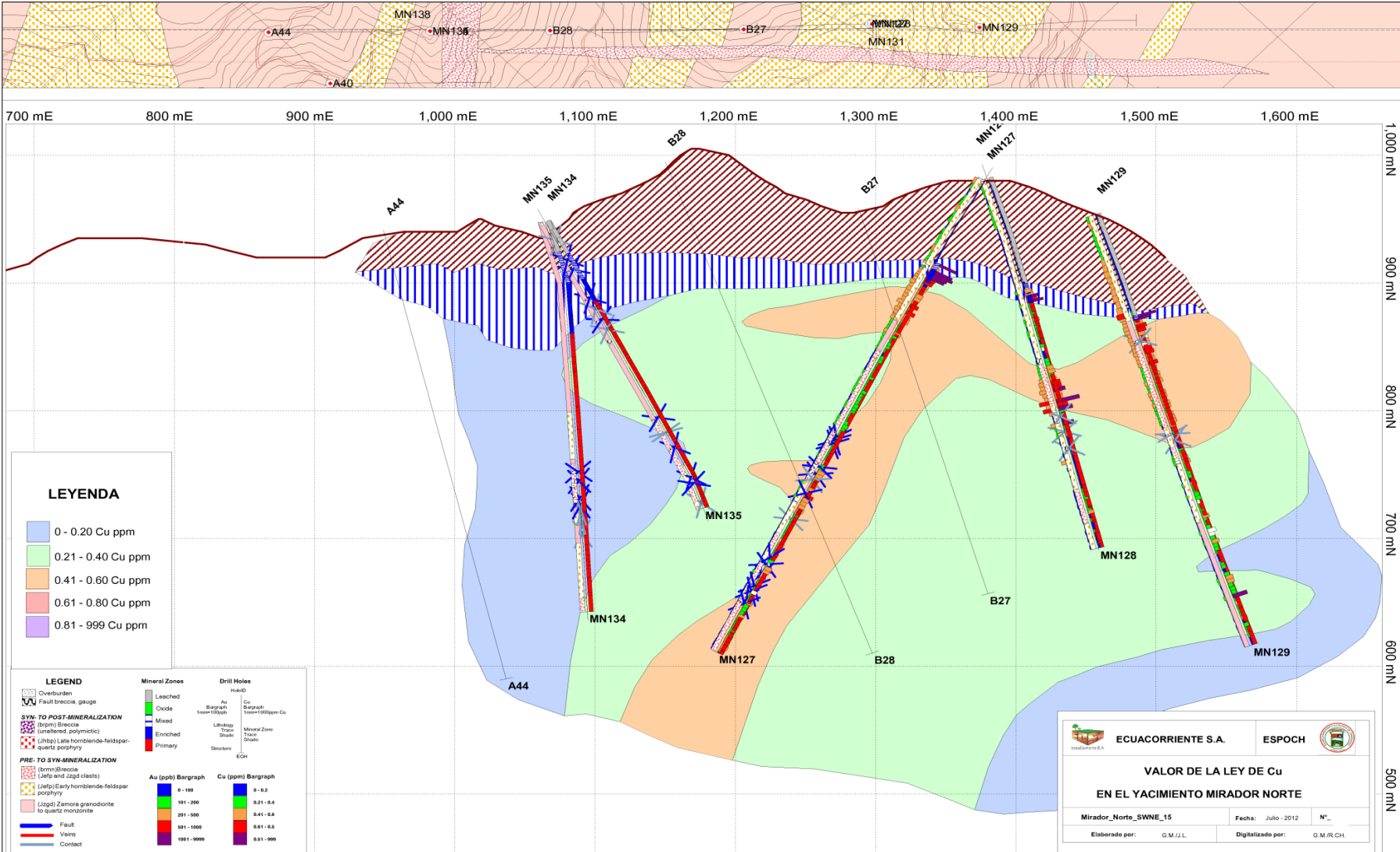
Anexo 41. Mapa de alteración a 850 m.s.n.m, del yacimiento Mirador Norte.



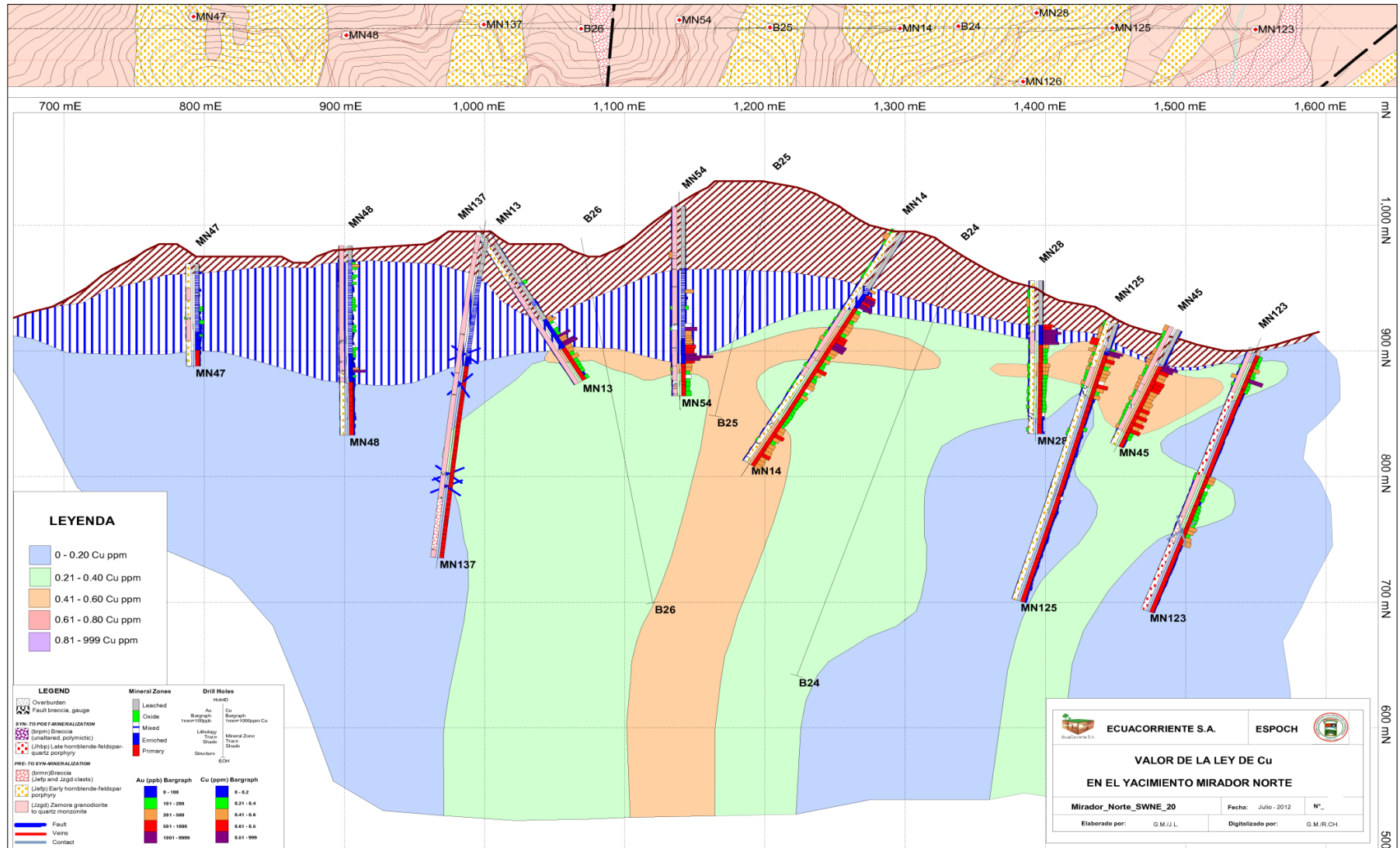
Anexo 42. Sección SWNE - 10, valor de la ley de Cu.



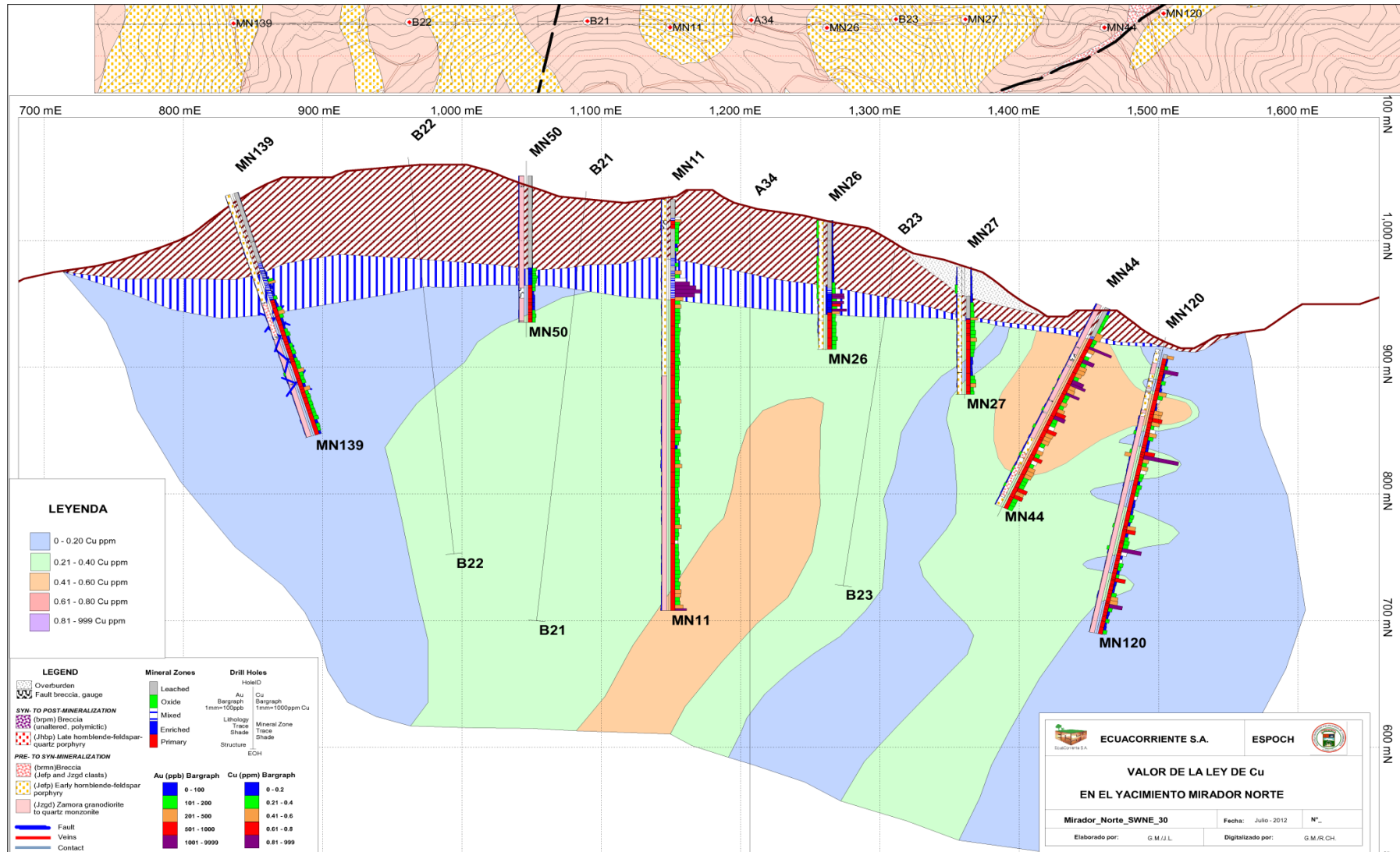
Anexo 43. Sección SWNE - 15, valor de la ley de Cu.



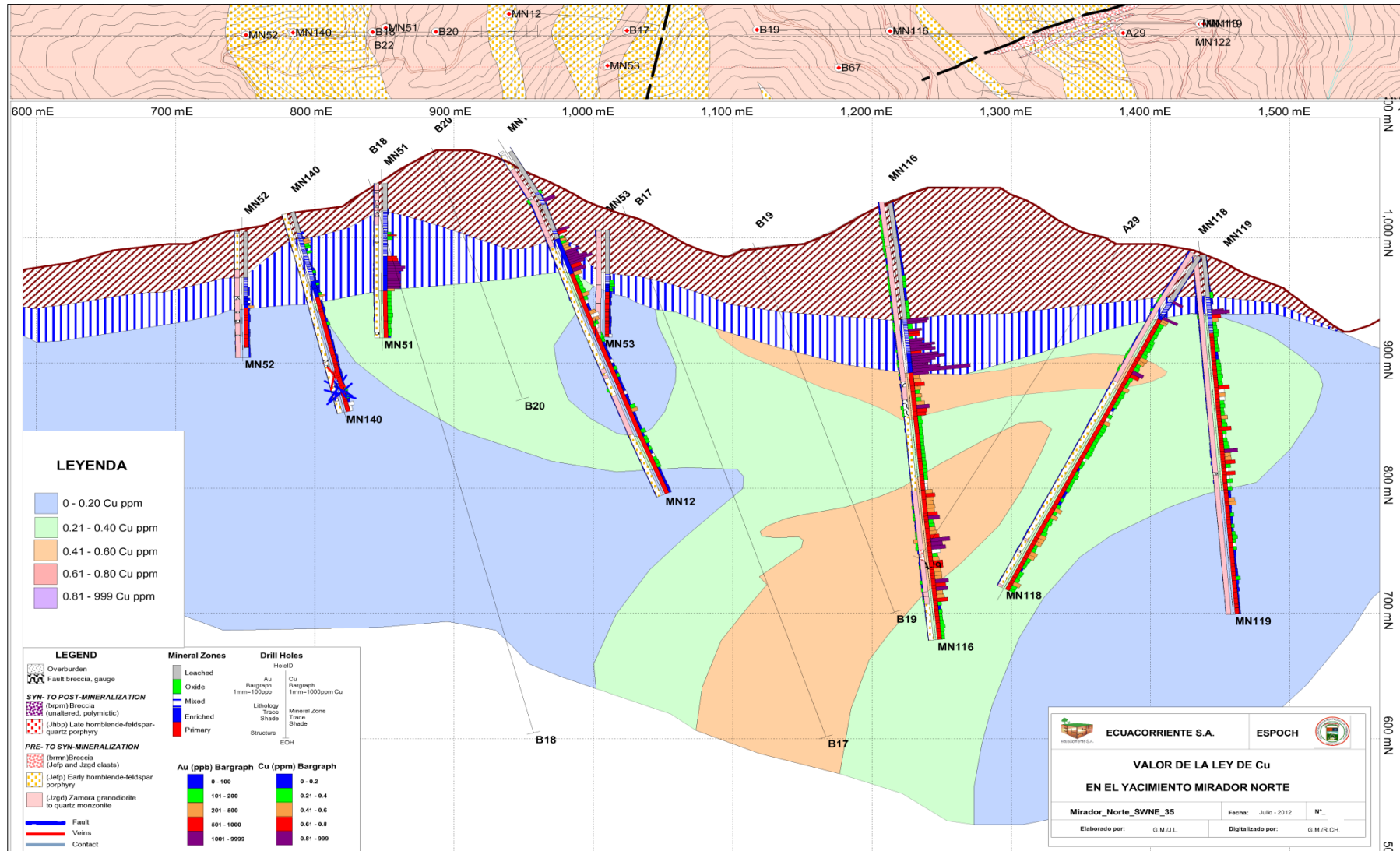
Anexo 44. Sección SWNE - 20, valor de la ley de Cu.



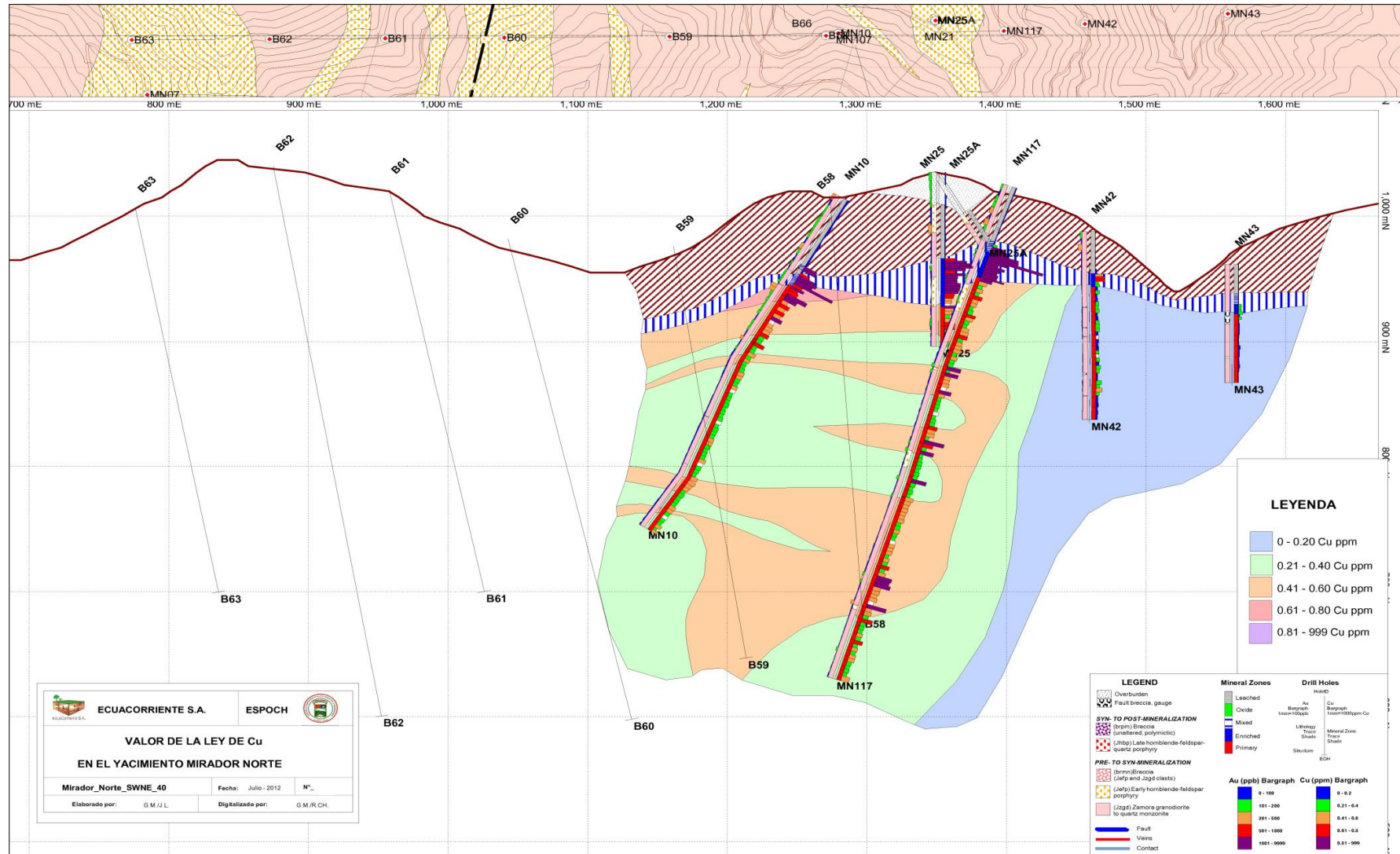
Anexo 45. Sección SWNE - 30, valor de la ley de Cu.



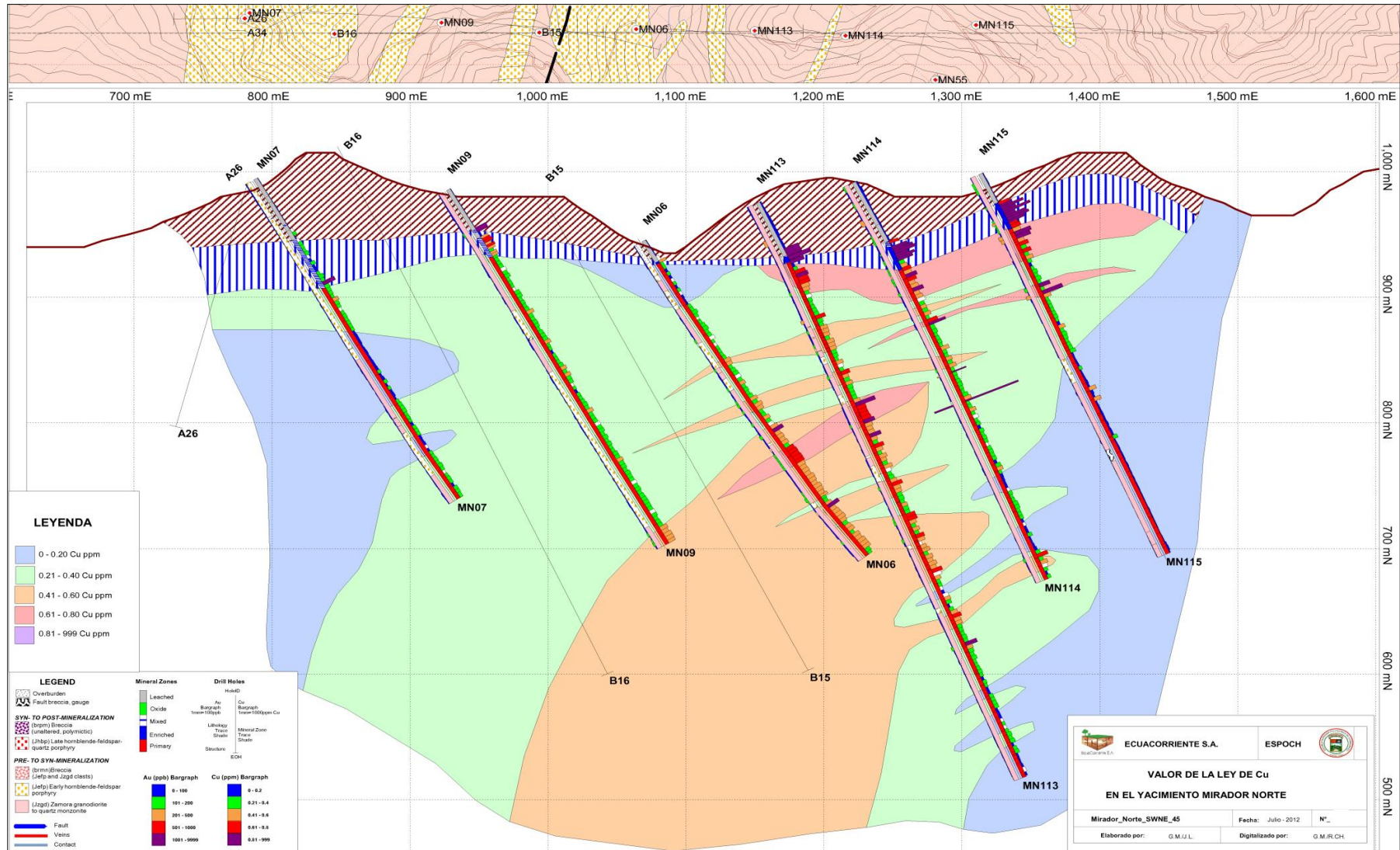
Anexo 46. Sección SWNE - 35, valor de la ley de Cu.



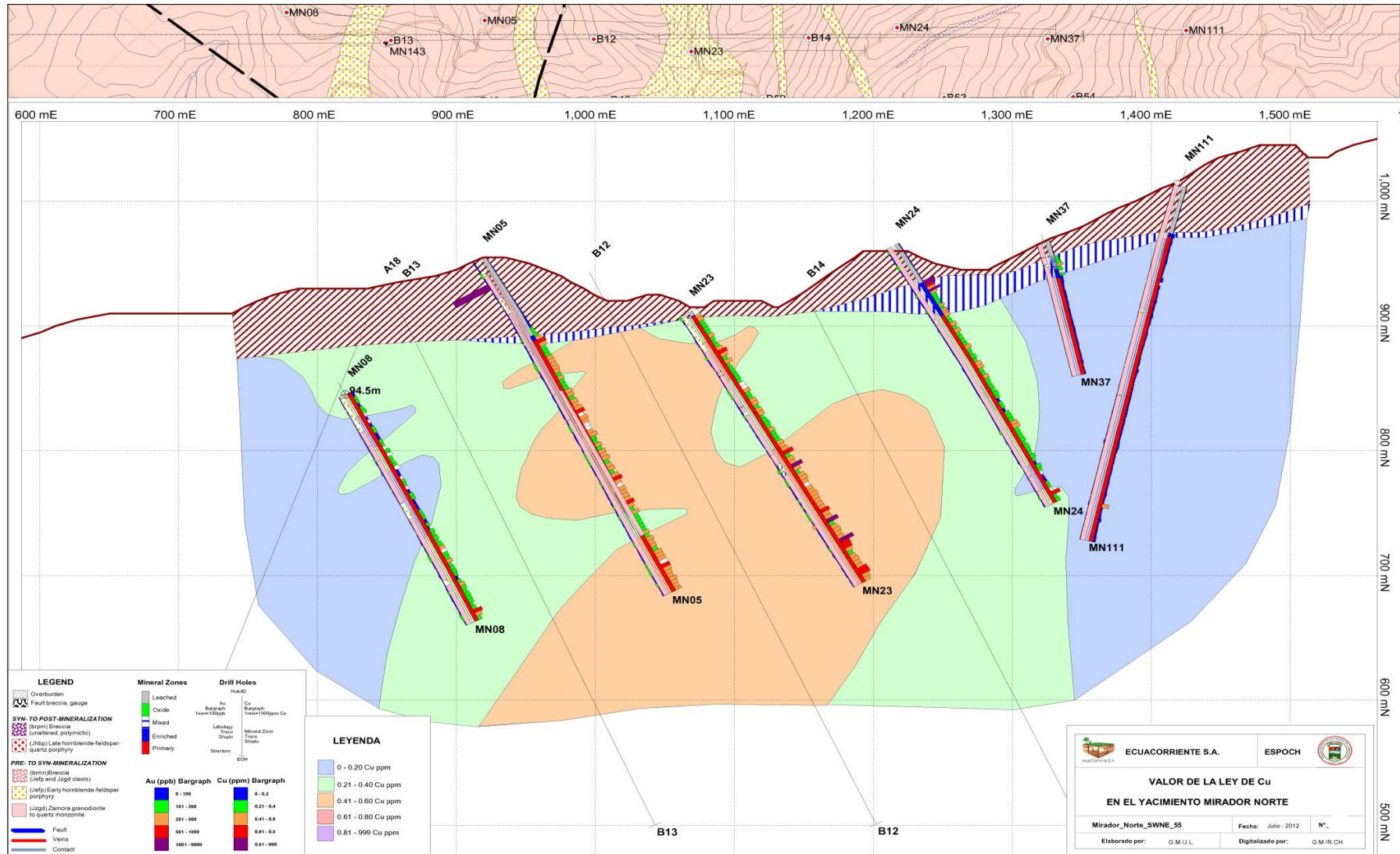
Anexo 47. Sección SWNE - 40, valor de la ley de Cu.



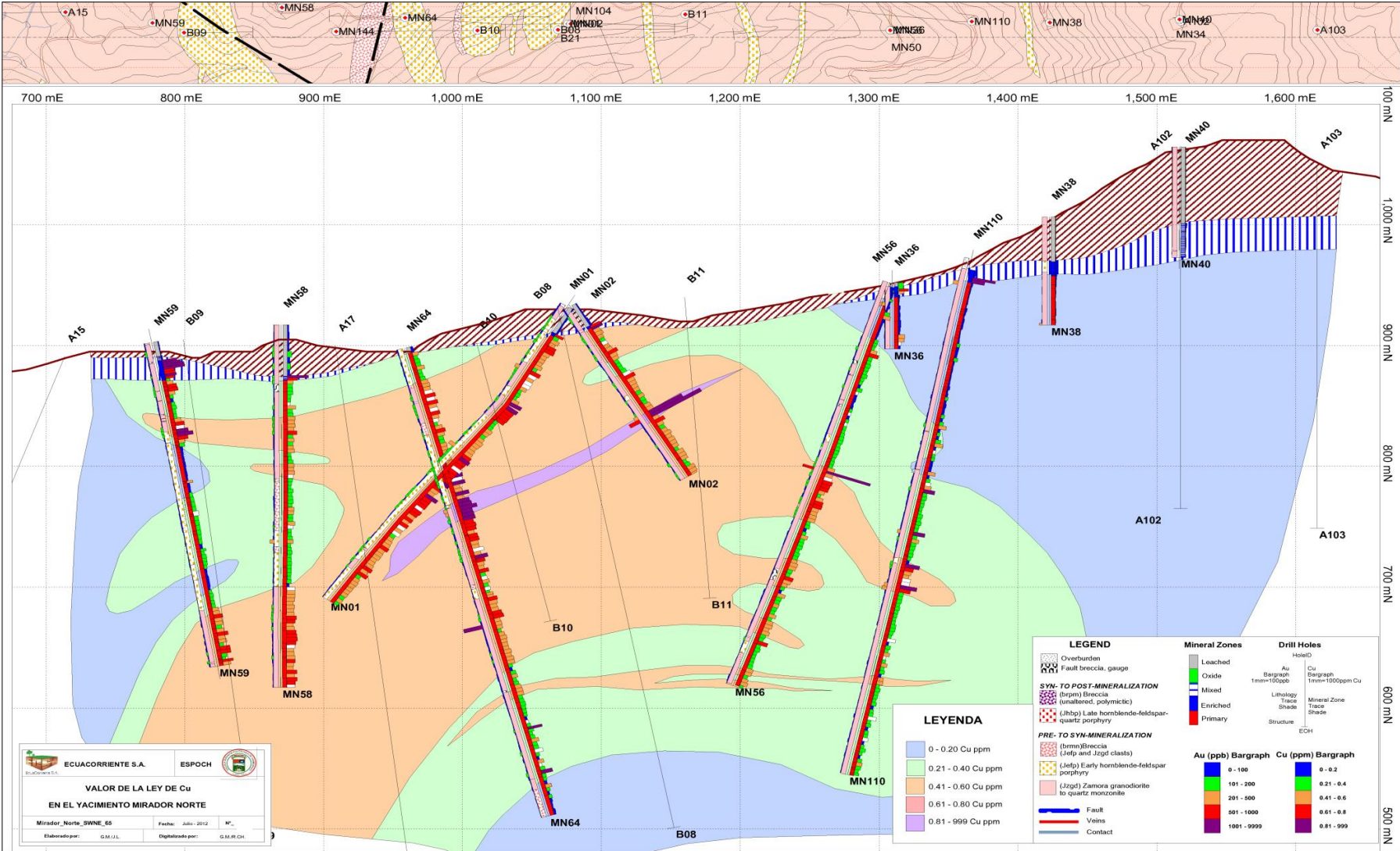
Anexo 48. Sección SWNE - 45, valor de la ley de Cu.



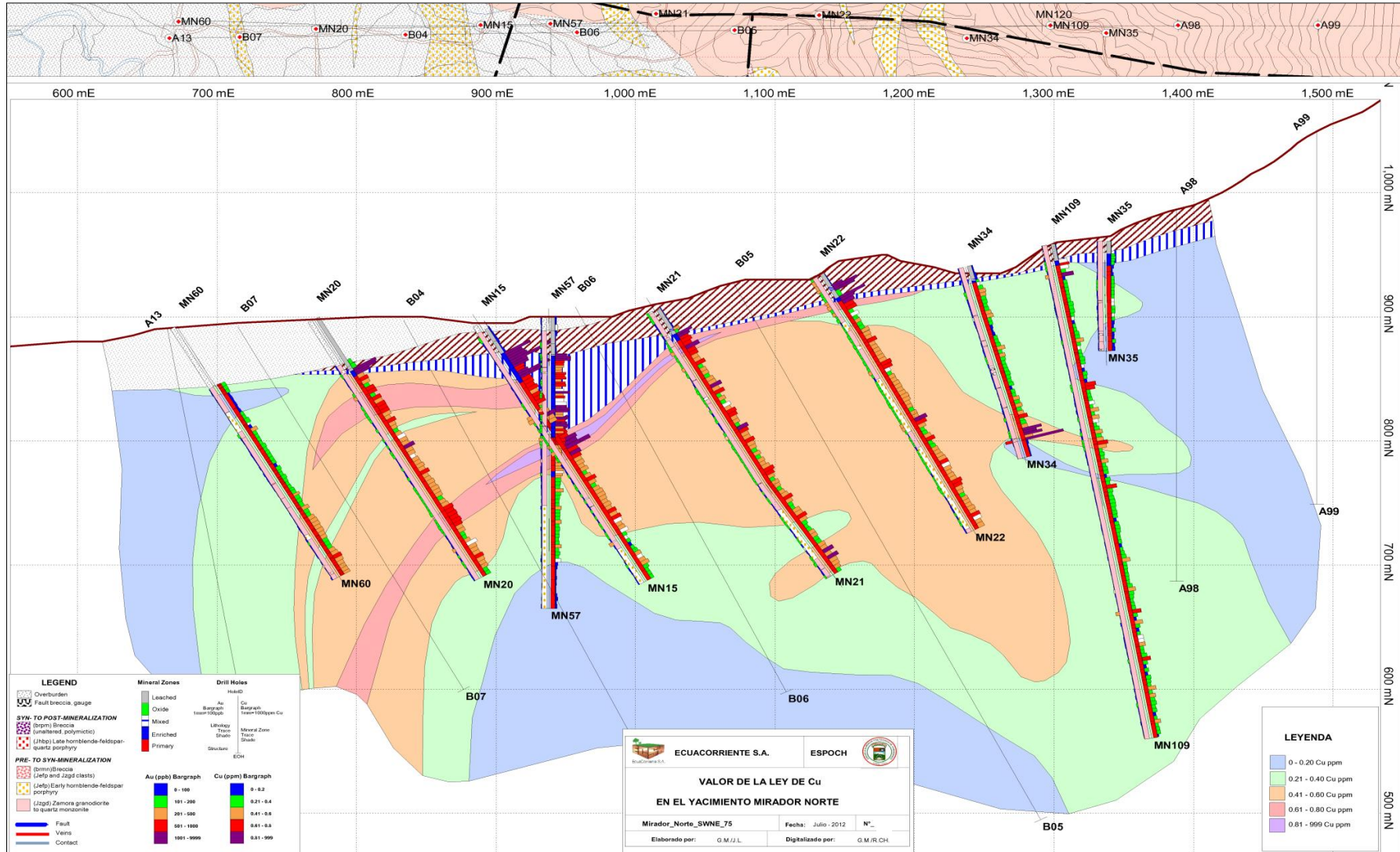
Anexo 49. Sección SWNE - 55, valor de la ley de Cu.



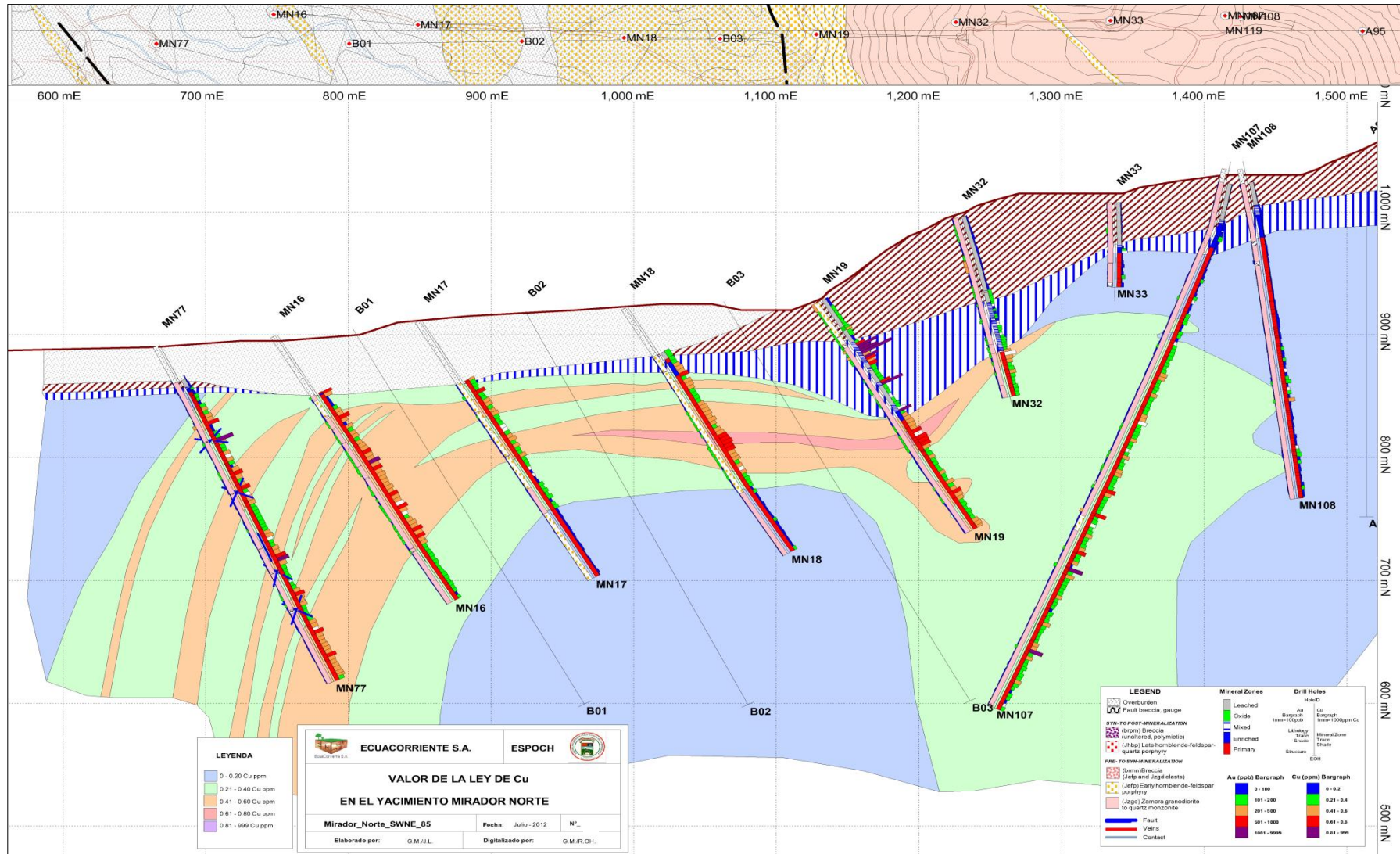
Anexo 50. Sección SWNE - 65, valor de la ley de Cu.



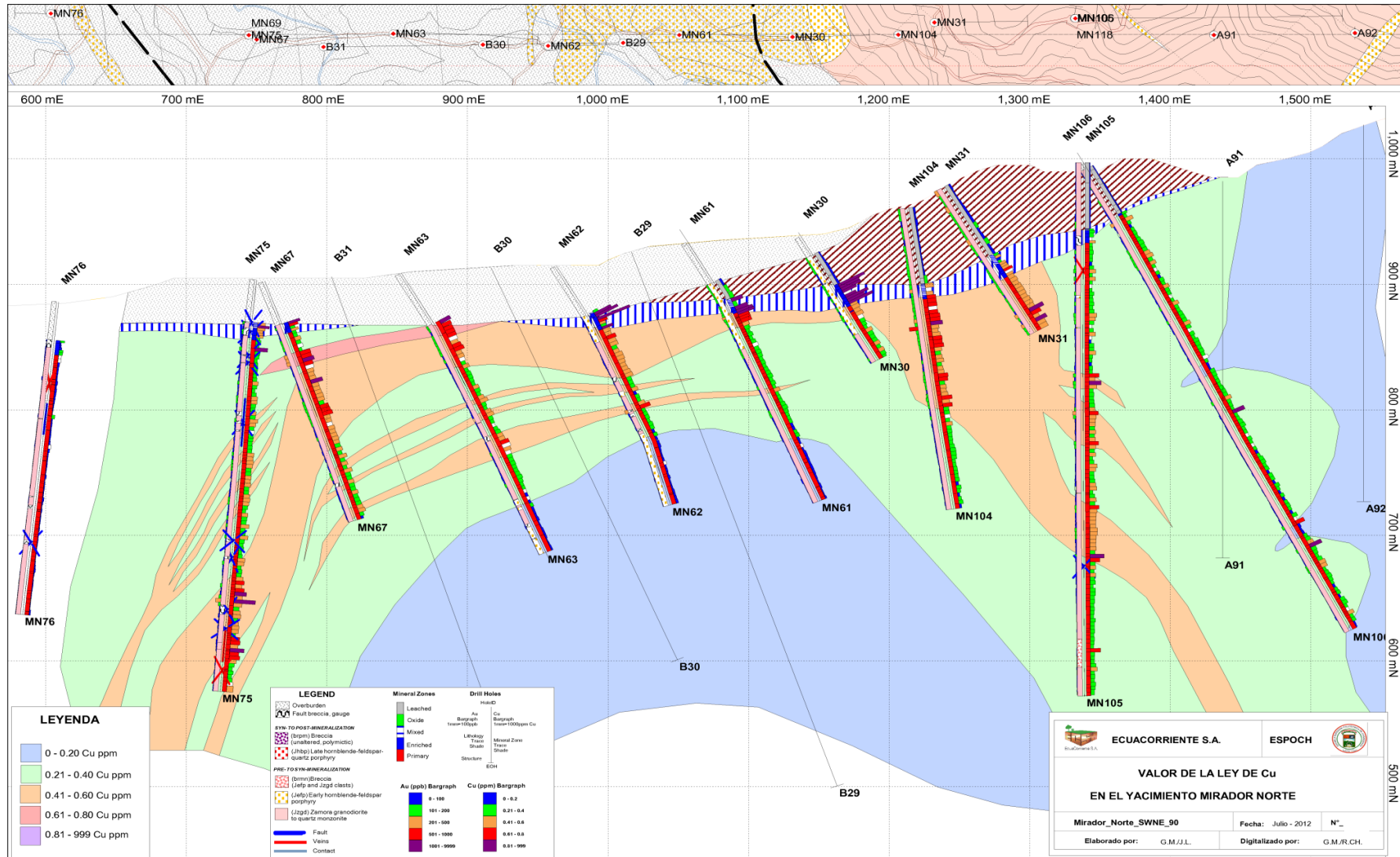
Anexo 51. Sección SWNE - 75, valor de la ley de Cu.



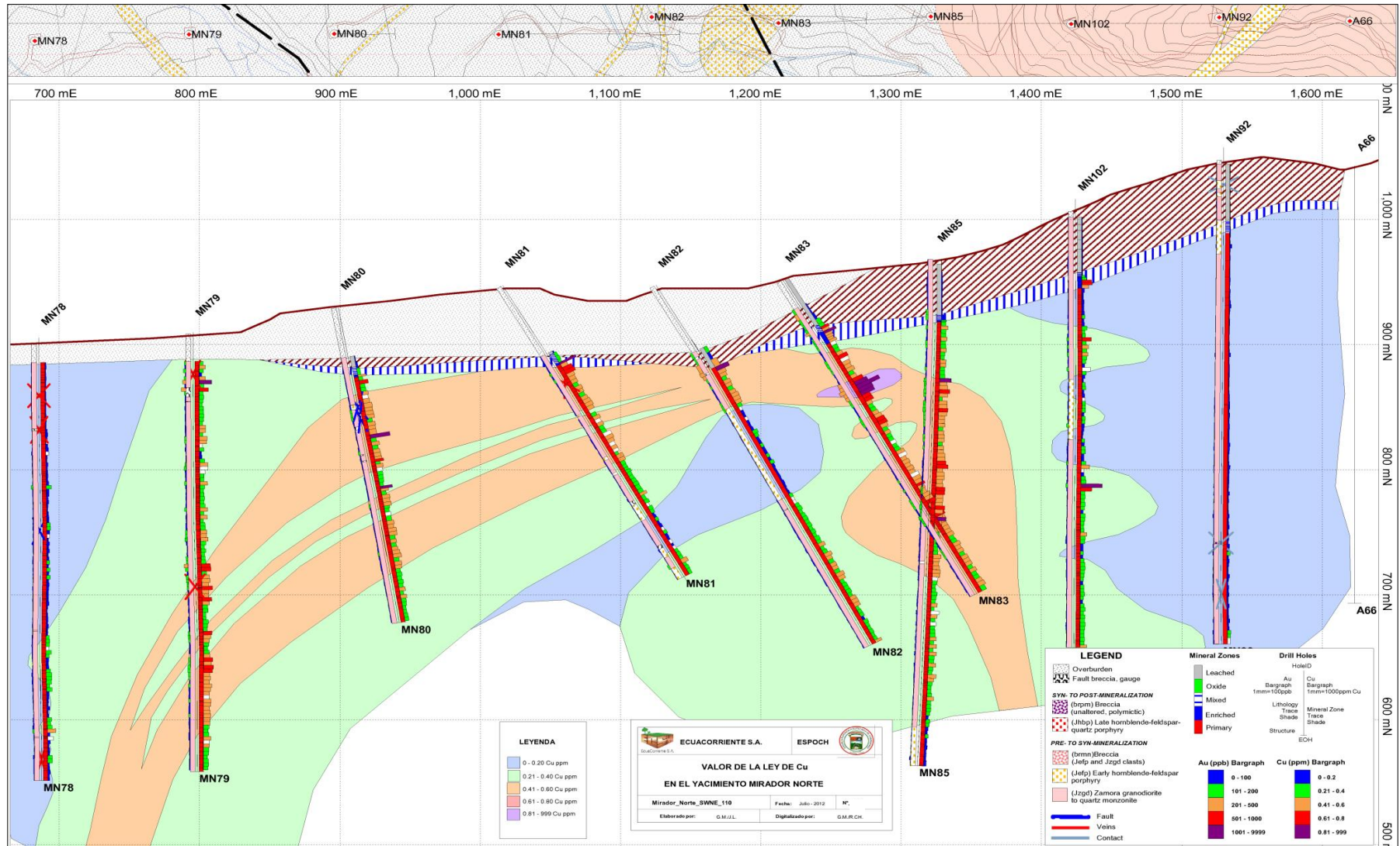
Anexo 52. Sección SWNE - 85, valor de la ley de Cu.



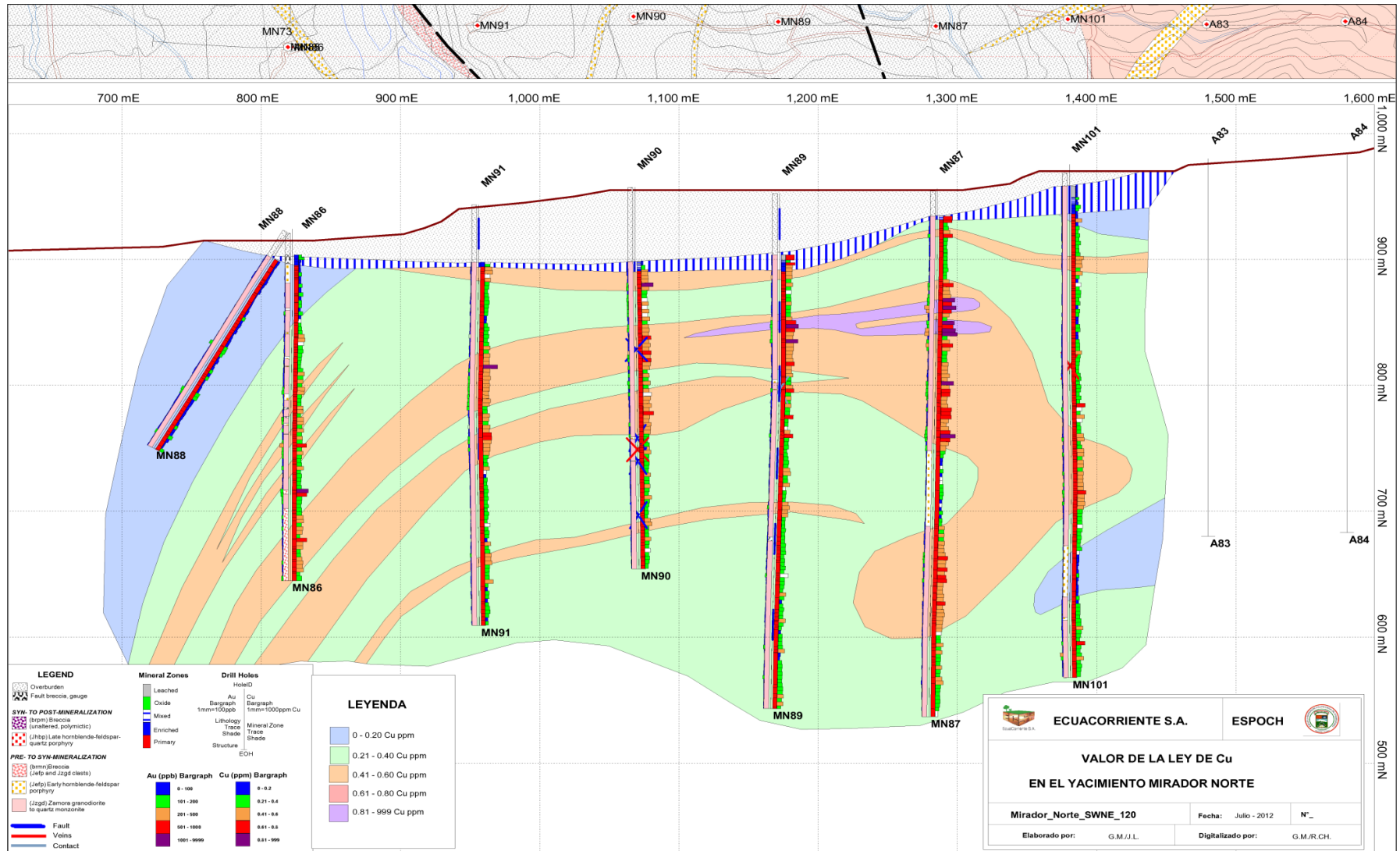
Anexo 53. Sección SWNE - 90, valor de la ley de Cu.



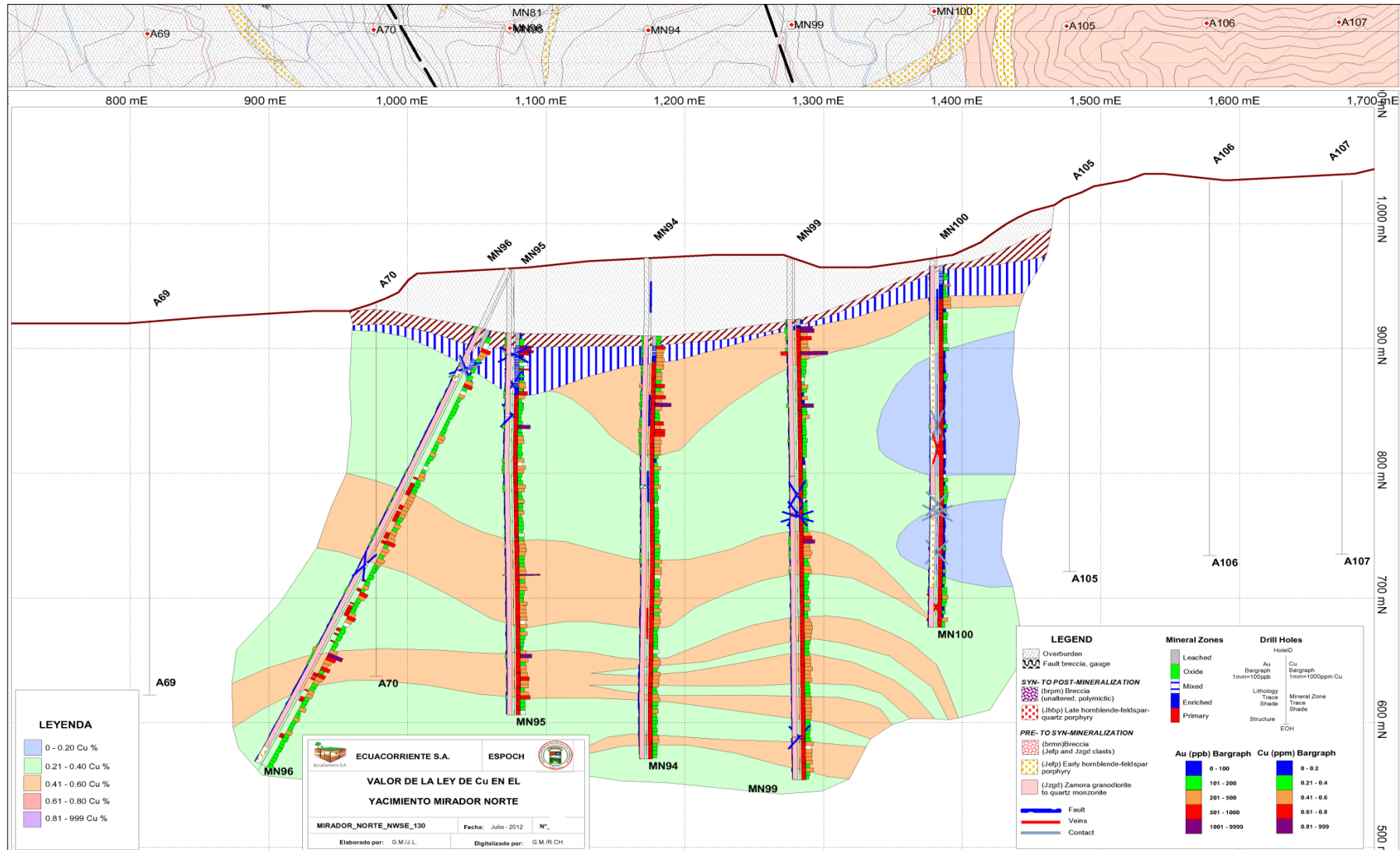
Anexo 54. Sección SWNE - 100, valor de la ley de Cu.



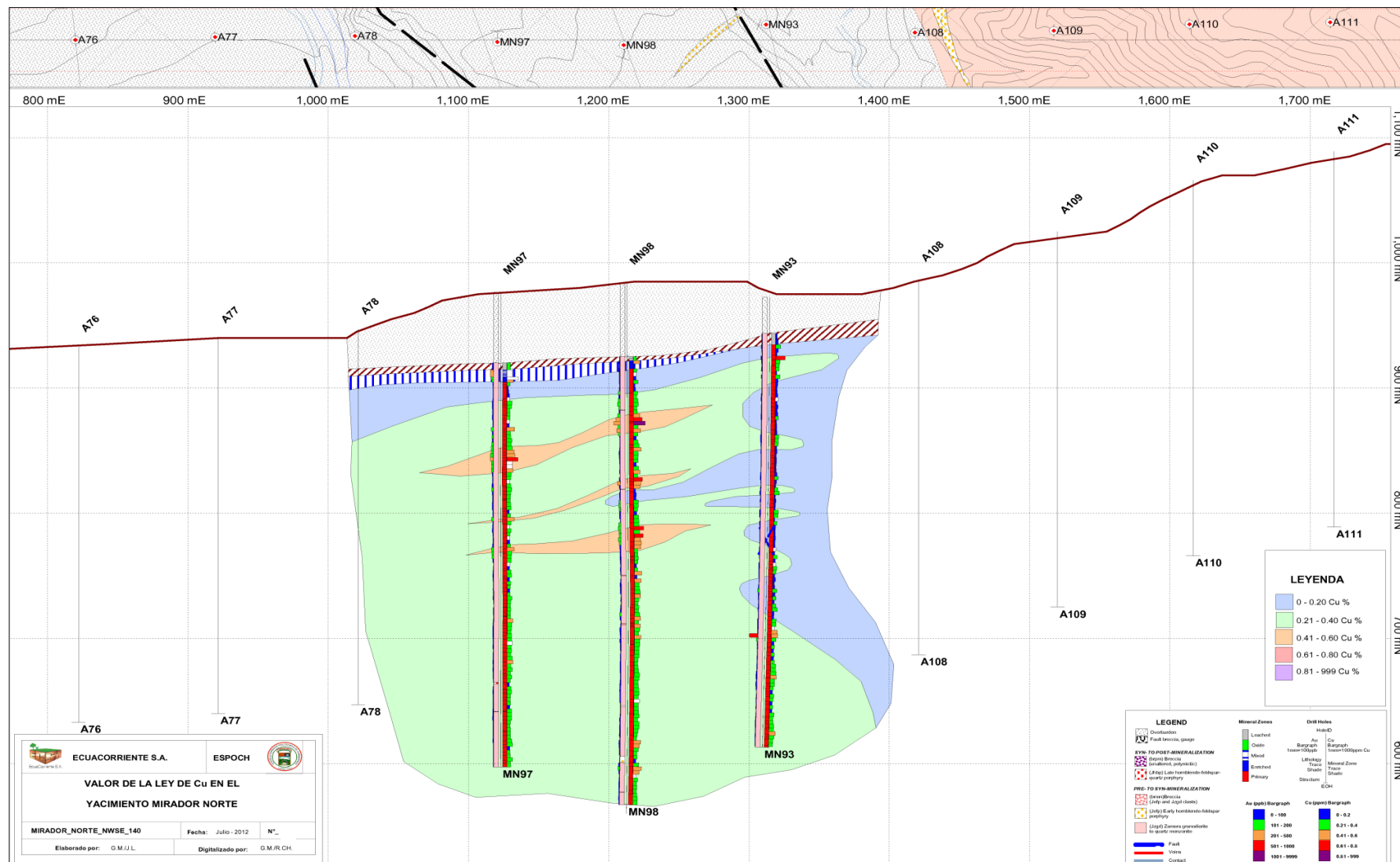
Anexo 55. Sección SWNE - 120, valor de la ley de Cu.



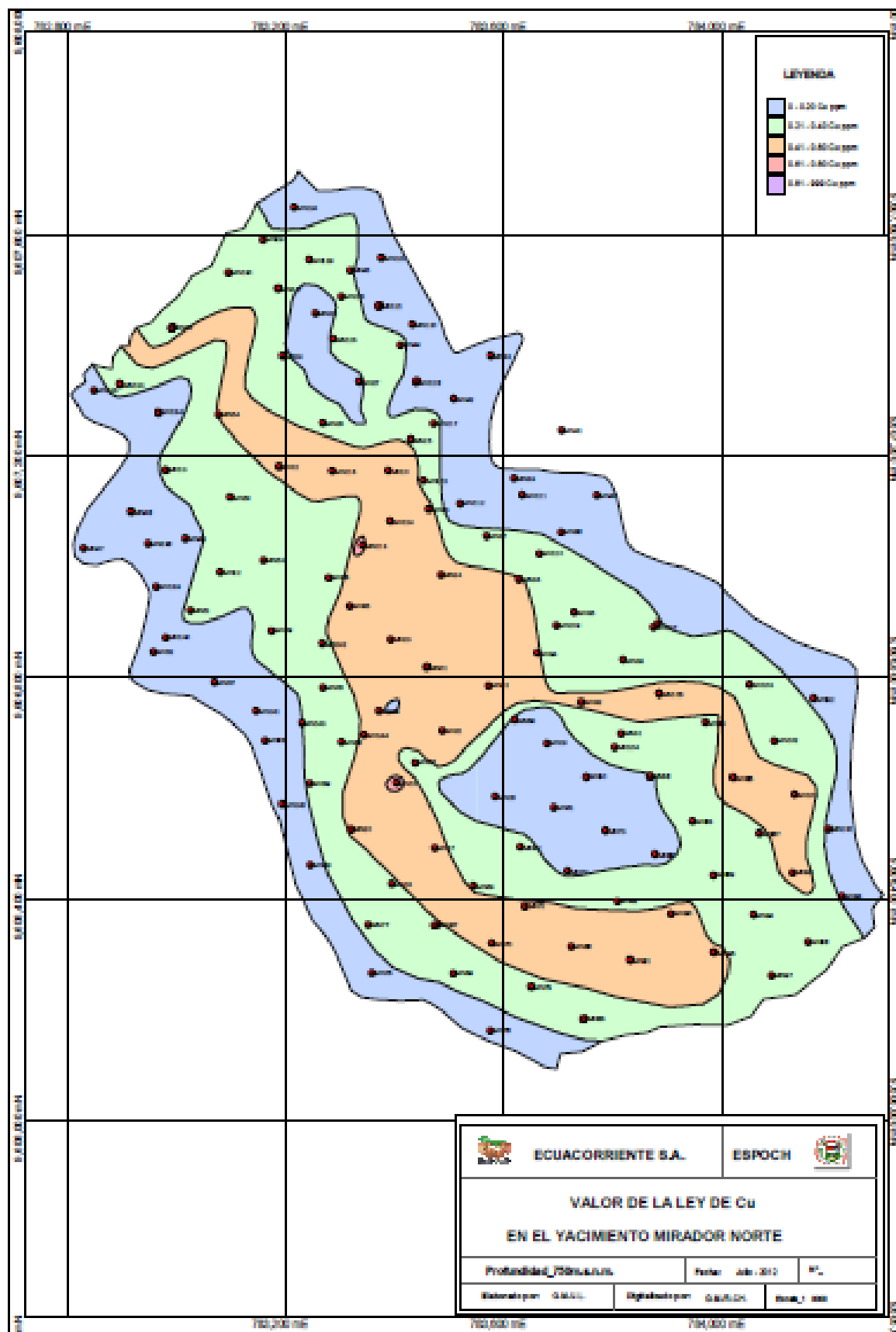
Anexo 56. Sección SWNE - 130, valor de la ley de Cu.



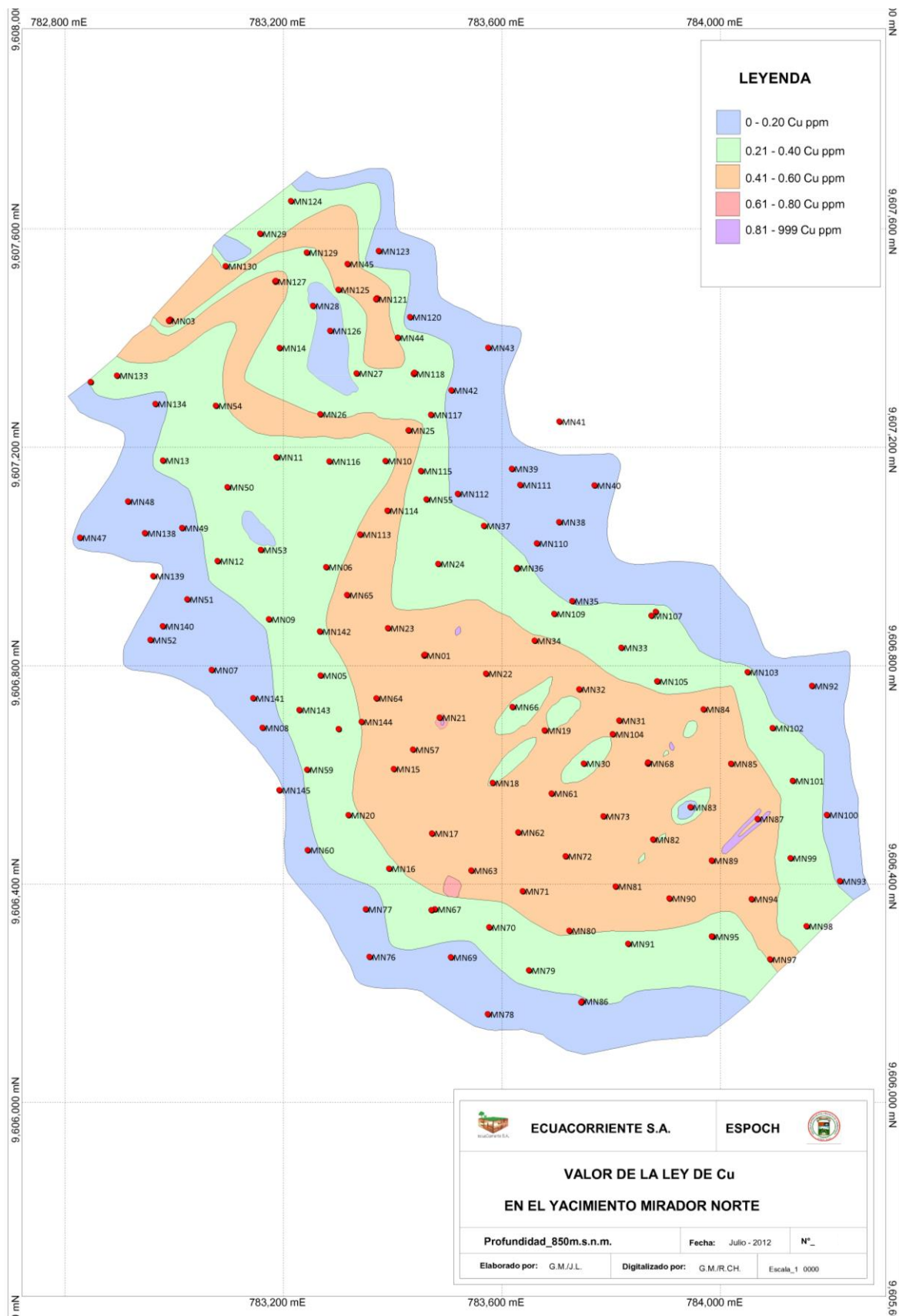
Anexo 57. Sección SWNE - 140, valor de la ley de Cu.



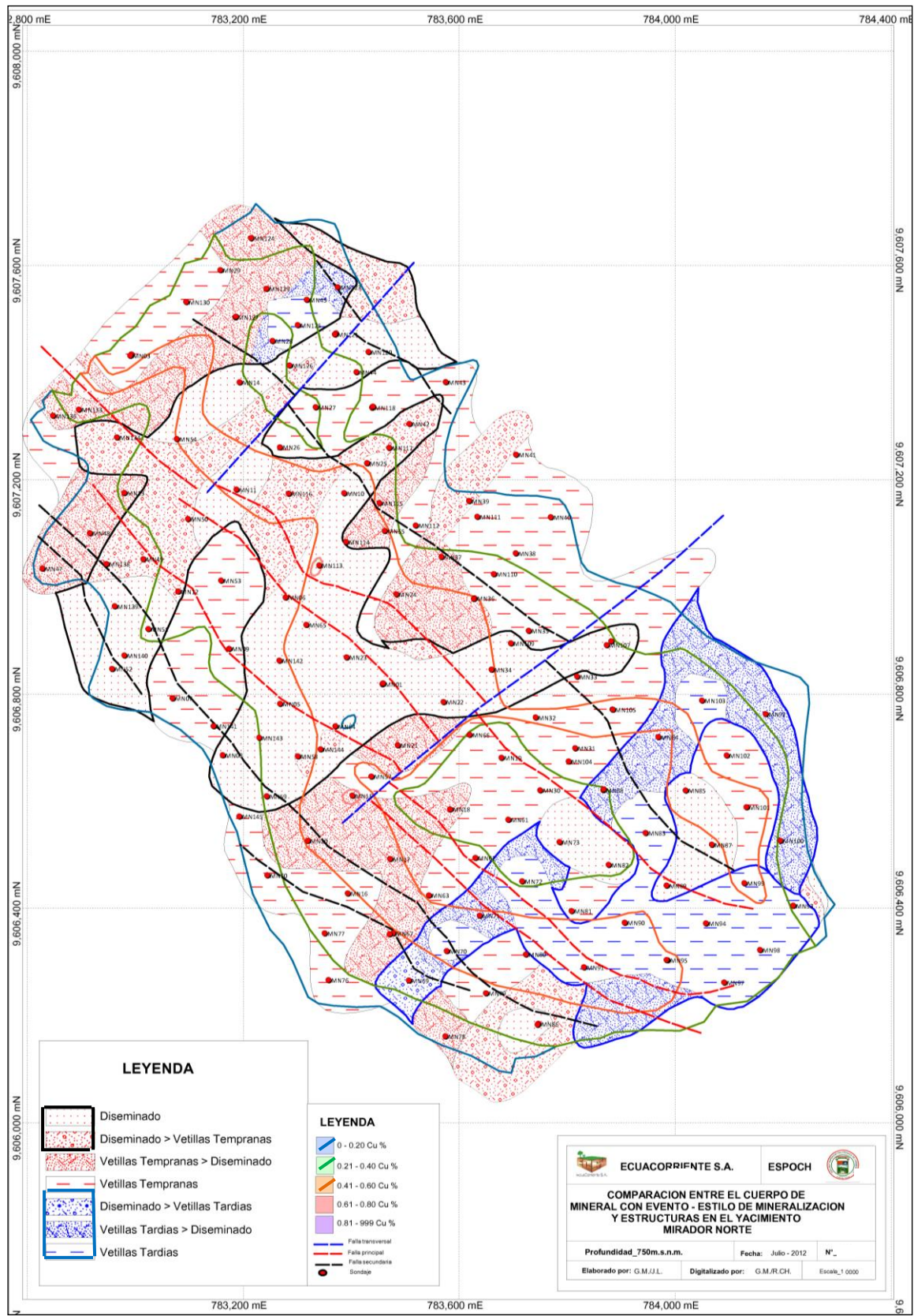
Anexo 58. Mapa de la ley de Cobre a 750 m.s.n.m, en Mirador Norte.



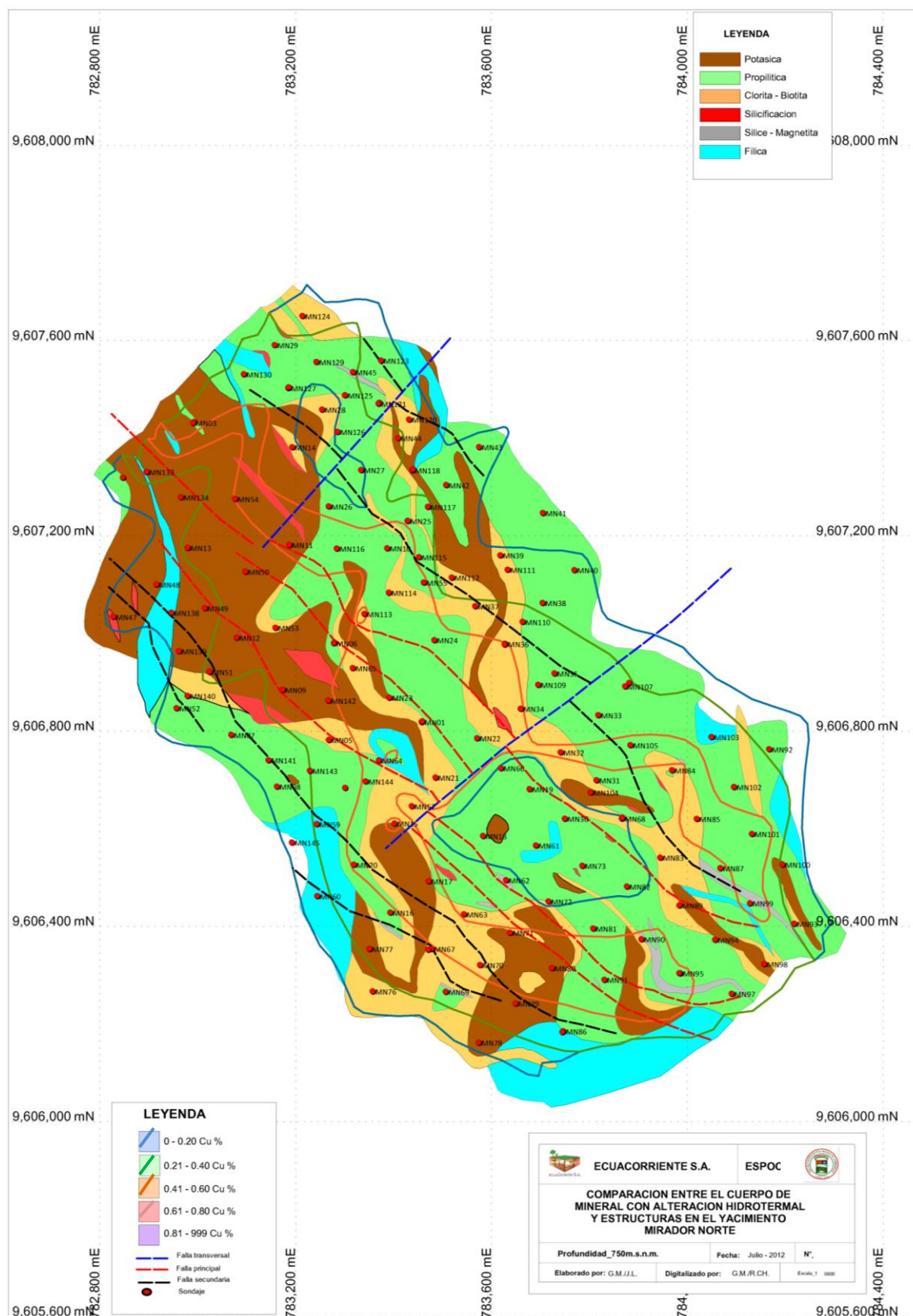
Anexo 59. Mapa de la ley de Cobree a 850 m.s.n.m, en Mirador Norte.



Anexo 60. Comparación del cuerpo de mineral con el modelo de evento y estilo de mineralización y mapa de estructuras a 750 m.s.n.m.



Anexo 61. Comparación del cuerpo de mineral con el modelo de alteración y mapa de estructuras a 750 m.s.n.m.



Anexo 62. Comparación del cuerpo de mineral con el mapa de porfidos y estructuras a 750 m.s.n.m.

